TOMO II

ELEMENTOS BÁSICOS DE LA **REHABILITACIÓN DEPORTIVA**

UNA MIRADA MULTIDISCIPLINARIA

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO EN EL DEPORTISTA



VIGILADA MINEDUCACIÓN

PEDRO ANTONIO CALERO SAA
EDITOR CIENTÍFICO

USC UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
EDITORIAL



Cita este libro / *Cite this book:*

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. https://doi.org/10.35985/9786287914162

Palabras Clave / *Keywords:*

Traumatismos en Atletas, Sistema Musculoesquelético, Especialidad de Fisioterapia, Conmoción Encefálica.

Athletic Injuries, Musculoskeletal System, Physical Therapy Specialty, Brain Concussion.

Contenido relacionado:

https://investigaciones.usc.edu.co/

TOMO II

ELEMENTOS BÁSICOS DE LA REHABILITACIÓN DEPORTIVA

UNA MIRADA MULTIDISCIPLINARIA

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO EN EL DEPORTISTA

Basic Elements of Sports Rehabilitation: A Multidisciplinary Perspective. Volume II: Evaluation and diagnosis in the athlete

Pedro Antonio Calero Saa

Editor científico

USC UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
EDITORIAL

Elementos básicos de la rehabilitación deportiva: una mirada multidisciplinaria. Tomo II: evaluación y diagnóstico en el deportista / Pedro Antonio Calero Saa; Paola Andrea Gálvez Girón; Leidy Tatiana Ordoñez Mora; et al. [Autores Científico]- Cali, Universidad Santiago de Cali, 2° Edición, Sello Editorial 2026

354 páginas; Figura; Tablas; Cuadro; Imágenes; Fotos; 24 cm
Incluye Índice; Referencias Bibliográficas

ISBN Digital: 978-628-7914-16-2

1. Lesión deportiva: una visión general. 2. La evaluación deportiva previa a la participación. 3. Evaluación funcional en el ámbito deportivo. 4. Evaluación neurológica en el deportista. 5. Ayudas diagnosticas en el diagnostico de lesiones deportivas. 6. Acerca del editor científico. 7. Acerca de los autores. 8. Pares evaluadores. 1. Pedro Antonio Calero Saa; 2. Paola Andrea Gálvez Girón; 3. Leidy Tatiana Ordoñez Mora; et al. / Especialización en Fisioterapia del Deporte. Universidad Santiago de Cali. Facultad de Salud.

CDD 796.01/ P372

Co-CaUSC
JJBV / 2026

USC
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
EDITORIAL

Elementos básicos de la rehabilitación deportiva: una mirada multidisciplinaria. Tomo II: evaluación y diagnóstico en el deportista

© Universidad Santiago de Cali

© Editor científico: Pedro Antonio Calero Saa

© Autores: Pedro Antonio Calero Saa, Paola Andrea Gálvez Girón, Leidy Tatiana Ordoñez Mora, Nathalie Jhoanna García Ríos, Camilo Alberto Camargo Puerto, Martín Hernán Bonilla Obando, Raúl Yesid Rodríguez Mayorga

2.ª Edición, digital

Cali, Colombia - 2026

Fondo Editorial / *Publishing Fund*

Carlos Andrés Pérez Galindo
Rector

Anisbed Naranjo Rojas
Directora General de Investigaciones

Comité Editorial / *Editorial Board*

Anisbed Naranjo Rojas
Odín Avila Rojas
Doris Lilia Andrade
Edgar Francisco Arcos
Florencio Arias
Jonathan Pelegrín
Héctor Cuevas Arenas
Liseth Suarez Osorio

Proceso de arbitraje doble ciego / *"Double blind" peer-review*

Recepción / *Submission*
Junio (June) de 2025

Correcciones de autor / *Improved version submission*
Febrero (February) de 2026

Evaluación de contenidos / *Peer-review outcome*
Febrero (February) de 2026

Aprobación / *Acceptance*
Abril (April) de 2026

La editorial de la Universidad Santiago de Cali se adhiere a la filosofía de acceso abierto. Este libro está licenciado bajo los términos de la Atribución 4.0 de Creative Commons (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite el uso, el intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se dé crédito al autor o autores originales y a la fuente https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Para Ian Sebastián

"Los mayores desafíos no llegan cuando nuestras predicciones resultan acertadas, sino cuando no lo son y en cambio descubrimos nueva información, lo que significa que tenemos que cambiar todo lo que creíamos que sabíamos".

—Stephen Hawking, El Origen del Universo

Contenido

Prólogo..... 11

Prefacio..... 13

Un viaje integral por la fisioterapia deportiva y la salud física a modo de introducción..... 15

Capítulo 1
Lesión deportiva: una visión general..... 19

Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Capítulo 2
La evaluación deportiva previa a la participación..... 83

Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*
Paola Andrea Gálvez Girón. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Capítulo 3
Evaluación funcional en el ámbito deportivo..... 201

Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Capítulo 4
Evaluación neurológica en el deportista..... 299

Leidy Tatiana Ordoñez Mora. *Universidad Santiago de Cali. Colombia*
Nathalie Jhoanna García Ríos. *Universidad Santiago de Cali. Colombia*
Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Capítulo 5
Ayudas diagnósticas en el diagnóstico de lesiones deportivas..... 323

Camilo Alberto Camargo Puerto. *CIEDES Hospital Universitario San Rafael de Tunja. Colombia*
Martín Hernán Bonilla Obando. *Hospital Universitario San Rafael de Tunja. Pereira, Colombia*
Raúl Yesid Rodríguez Mayorga. *Club Atlético Bucaramanga. Colombia*

Acerca del editor científico..... 347

Acerca de los autores..... 349

Pares evaluadores..... 353

Table of Contents

Foreword..... 11

Preface 13

A Comprehensive journey through sports physical therapy and physical health: an introduction 15

Chapter 1
Sports injury: an overview 19

Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Chapter 2
Pre-participation sports evaluation 83

Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*
Paola Andrea Gálvez Girón. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Chapter 3
Functional assessment in the sports environment..... 201

Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Chapter 4
Neurological assessment in athletes 299

Leidy Tatiana Ordoñez Mora. *Universidad Santiago de Cali. Colombia*
Nathalie Jhoanna García Ríos. *Universidad Santiago de Cali. Colombia*
Pedro Antonio Calero Saa. *Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia*

Chapter 5
Diagnostic tools for sports injuries 323

Camilo Alberto Camargo Puerto. *CIEDES Hospital Universitario San Rafael de Tunja. Colombia*
Martín Hernán Bonilla Obando. *Hospital Universitario San Rafael de Tunja. Pereira, Colombia*
Raúl Yesid Rodríguez Mayorga. *Club Atlético Bucaramanga. Colombia*

About the scientific editor..... 347

About the Authors 349

Peer Evaluators 353

Prólogo

Foreword

Es un honor escribir el prólogo del libro "Elementos Básicos De La Rehabilitación Deportiva: Una mirada Multidisciplinaria". Este libro representa la culminación de un sueño largamente trabajado por su autor, a quien tuve el privilegio de conocer como un joven y entusiasta estudiante de fisioterapia. Hoy, verlo convertido en padre, docente apasionado por la fisioterapia deportiva y autor de este valioso aporte a su campo, me llena de profunda satisfacción y orgullo como docente, colega y amiga. Su trayectoria, como la transformación de una oruga en una mariposa que vuela alto, es un testimonio inspirador de dedicación y perseverancia.

Esta obra, que se articula de manera lógica desde los fundamentos de la anatomía, fisiología y biomecánica hasta las estrategias de prevención, rehabilitación, readaptación y retorno al juego, consta de veinticinco capítulos que constituyen una contribución significativa al conocimiento en la rehabilitación deportiva. Cada uno de sus apartados se fundamenta en la evidencia científica más actualizada.

Escribir un libro es un desafío que demanda compromiso y representa una valiosa forma de compartir conocimiento. Con concisión y claridad, esta obra ofrece un panorama esencial de la rehabilitación deportiva desde una perspectiva crítica e interdisciplinaria, resaltando la crucial importancia de los procesos de medición y evaluación, y enfatizando el uso de instrumentos válidos y confiables para la toma de decisiones clínicas y preventivas que aseguren evaluaciones e intervenciones seguras, oportunas y de calidad. Adicionalmente, explora aspectos relevantes como la nutrición, la medicina regenerativa, la tecnología y el deporte paralímpico. La experticia y la experiencia de los profesionales que han contribuido en cada capítulo, sumadas al rigor de la evidencia, garantizan la solidez de la información presentada.

Este libro se alinea de manera intrínseca con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, y particularmente con el Objetivo 3: Salud y Bienestar. Al proporcionar conocimientos actualizados y basados en la evidencia para la prevención, el tratamiento y la rehabilitación de lesiones deportivas, la obra contribuye directamente a promover vidas sanas y garantizar el bienestar de las personas de todas las edades, incluyendo atletas de alto rendimiento, deportistas aficionados y la población activa en general.

Celebro con entusiasmo la materialización de este sueño, que representa una necesidad sentida en nuestro medio. Este libro ha sido pensado para estudiantes de pregrado y posgrado, así como para profesionales que buscan profundizar en la rehabilitación deportiva, y constituye una herramienta clara, concisa y sólidamente fundamentada en la evidencia y la experiencia de sus autores, abordando los aspectos cruciales para el desarrollo formativo y ejercicio profesional cotidiano.

Felicito a Pedro Antonio Calero Saa por su responsabilidad, su osadía al liderar este proyecto, por convocar a colegas expertos y por creer en la fisioterapia, contribuyendo con este libro a su crecimiento y posicionamiento en el ámbito deportivo

Agradezco profundamente la confianza depositada en mí al permitirme escribir este prólogo. Estoy convencida que este libro marca el inicio de muchas otras iniciativas que fortalecerán aún más el fundamental trabajo interdisciplinario en la rehabilitación deportiva, respetando el rol y las acciones específicas de cada profesional, sin incurrir en intrusismo.

Con la publicación de este libro, reafirmo que Paulo Coelho tiene razón al decir que el universo siempre conspira para alcanzar los sueños. Estoy segura de que los tiempos de Dios son perfectos.

Con gratitud y admiración,

Esther Cecilia Wilches Luna

Fisioterapeuta
Especialización en Fisioterapia Cardiorrespiratoria
Doctorado en Ciencias: Reabilitação e Desempenho Funcional.
Profesor Titular de la Universidad del Valle.

Prefacio

Preface

La idea de la creación de este libro nace de la experiencia como docente, donde se hizo evidente la necesidad de proporcionar a los estudiantes de fisioterapia un conocimiento concreto y accesible sobre la fisioterapia deportiva. Mi labor como educador, que entiendo como una verdadera vocación, busca trascender el simple acto de enseñar. Mi objetivo es que la información que comparto no solo perdure en el tiempo, sino que también evolucione y progrese, permitiendo que tanto futuros profesionales como ya establecidos se mantengan constantemente actualizados.

Este libro representa una continuación y una mejora de su predecesor, "Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva", publicado en 2018 en dos tomos. En esta nueva edición, titulada "Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva: Una Mirada Multidisciplinaria", presento una perspectiva multidisciplinaria, distribuida en tres tomos (Tomo I: Fundamentos de la Salud Física y la Actividad Deportiva; Tomo II: Evaluación y Diagnóstico en el Deportista y; Tomo III: Rehabilitación y Readaptación Deportiva) que refleja la colaboración de profesionales de la salud comprometidos con una visión común: proporcionar una base sólida de conocimientos fundamentada en principios, sin recetas prefabricadas, que guíen la evaluación y el tratamiento en el ámbito deportivo.

La rehabilitación deportiva es una odisea que comienza con un desafío y culmina con una victoria sobre las adversidades que afronta el deportista. Este texto no es simplemente un conjunto de temas; es una exploración de los conceptos cruciales que forman la columna vertebral de la rehabilitación deportiva. Desde la evaluación inicial hasta la comprensión de los tejidos que dan forma a nuestra capacidad de movimiento, cada capítulo es un paso hacia la excelencia en la recuperación y el rendimiento.

Los capítulos de este libro son como las piezas de un rompecabezas que, al unirse, revelan el panorama completo de la rehabilitación deportiva. Abordamos la actividad física y el ejercicio no solo como partes de la recuperación, sino como elementos esenciales de un estilo de vida saludable. La nutrición y la psicología deportiva se presentan como componentes críticos que apoyan el regreso del deportista a su máximo potencial, mientras que el deporte adaptado demuestra la capacidad de superación y adaptación.

Con la intención de fomentar el trabajo en equipo, se llevó a cabo un minucioso reclutamiento de expertos de diversas áreas relacionadas con el deporte. Respecto a las directrices otorgadas a los autores y colaboradores de cada capítulo, se enfatizó la importancia de evitar las soluciones estándar (recetas) y de proporcionar un sólido referente teórico. Este enfoque busca promover una lectura crítica del contenido y estimular un criterio profesional basado en el principio de individualidad, garantizando que cada información esté respaldada por evidencia científica robusta.

No obstante, este proyecto ha sido ambicioso y ha presentado varios desafíos, incluyendo la gestión del tiempo y, en algunos casos, la comunicación entre los colaboradores y autores. Estas dificultades, ligadas a la distancia y a las múltiples responsabilidades de cada uno en sus respectivos campos, han dificultado en ocasiones la finalización de la compilación. Sin embargo, el compromiso de los colaboradores ha sido fundamental para superar estos obstáculos. Aunque este trabajo no genere incentivos económicos (cuyo objetivo no es), sí tiene el potencial de proporcionar un valioso incentivo en la apropiación conceptual, tal como lo sugiere el título de esta obra.

Espero que este libro inspire y enriquezca a sus lectores, contribuyendo a su formación profesional y al desarrollo de la fisioterapia deportiva en beneficio de nuestros pacientes.

Pedro Antonio Calero Saa

Fisioterapeuta,
Magíster en Intervención Integral en el Deportista
Docente de Tiempo Completo
Programa de Fisioterapia
y Programa de Especialización en Fisioterapia del Deporte
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

Un Viaje Integral por la Fisioterapia Deportiva y la Salud Física a Modo de Introducción

A Comprehensive Journey Through Sports Physical Therapy and Physical Health: An Introduction

En el vasto y complejo mundo de la fisioterapia deportiva, cada movimiento, cada gesto y cada competición representan un desafío y una oportunidad para explorar la complejidad del cuerpo humano. Este libro, "Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva", en el Tomo I denominado Fundamentos de la salud física y la actividad deportiva, no solo es un compendio de conocimientos teóricos y prácticos, sino también un testimonio de experiencias personales y profesionales en este apasionante campo desde las bases teóricas que permiten comprenden al individuo como todo.

Desde el aficionado hasta el profesional de élite, cada atleta representa un microcosmos de desafíos físicos, emocionales y fisiológicos; por lo que desde mi profunda pasión y dedicación por entender y optimizar el rendimiento humano a través del movimiento se complementa con el Tomo II Evaluación y diagnóstico en el Deportista. A su vez, integrar los conceptos prevención, rehabilitación y la readaptación, abordándolas según las últimas tendencias como en tecnologías innovadoras y estrategias avanzadas en el deporte, lo que claramente se evidencia en el Tomo III Rehabilitación y Readaptación Deportiva.

Aspectos como el movimiento, entrenamiento y la competencia constituyen dimensiones fundamentales de la salud física; que no solo definen la condición física del individuo, sino que también delinean el camino hacia la excelencia deportiva. Desde la promoción de la salud mediante la actividad física hasta el entrenamiento especializado y la competición de alto nivel, cada faceta de este proceso exige una comprensión profunda y una intervención precisa por parte de los profesionales de la salud y del Deporte.

La actividad física contemporánea se ve moldeada por tendencias que abarcan desde la salud pública hasta el entrenamiento deportivo especializado y la educación física. Este entorno dinámico presenta desafíos y oportunidades en la promoción del bienestar físico y la mejora del rendimiento deportivo, enfocándose en la prevención de lesiones y la optimización del entrenamiento mediante enfoques científicos y multidisciplinarios.

La alfabetización física, esencial para la formación integral del deportista, se nutre de teorías pedagógicas y metodologías que fortalecen las habilidades motoras y cognitivas desde una edad temprana. Este proceso educativo sienta las bases para un desarrollo físico óptimo y una participación deportiva segura y efectiva a lo largo de la vida.

En el núcleo de la rehabilitación deportiva se encuentra la fisioterapia, cuyo enfoque basado en la biomecánica y la anatomía funcional permite la evaluación precisa y el tratamiento efectivo de las lesiones musculoesqueléticas. Desde lesiones agudas hasta condiciones crónicas, los fisioterapeutas deportivos aplican métodos innovadores y tecnologías avanzadas para acelerar la recuperación, restaurar la funcionalidad, prevenir futuras complicaciones y readaptar las complicaciones adquiridas.

El músculo, como motor del movimiento humano, y el hueso, como estructura dinámica y adaptativa, son piezas fundamentales en la mecánica corporal del deportista. La comprensión de estos tejidos desde una perspectiva fisiológica y biomecánica es crucial para optimizar el rendimiento y minimizar el riesgo de lesiones en el contexto deportivo.

El tejido conectivo, por su parte, desempeña un papel integral al proporcionar soporte estructural, conexión entre tejidos y protección ante impactos biomecánicos. La rehabilitación efectiva de lesiones deportivas no solo trata los síntomas físicos, sino que también fortalece y restaura la integridad de estos tejidos esenciales para la función deportiva.

La evaluación física y funcional del deportista, complementada por evaluaciones cardiopulmonares y neuromusculares especializadas, proporcionan una visión holística que guía la rehabilitación desde la fase inicial hasta el retorno seguro al deporte competitivo orientado por equipos multidisciplinares integrados por profesionales en medicina, fisioterapia, terapia ocupacional, nutricioncitas dietistas, enfermería, psicología, entrenamiento deportivo y profesional en deporte; quienes integran sus conocimientos y posibilitan estrategias terapéuticas y ayudas diagnósticas avanzadas fundamentales para optimizar los resultados y mejorar la precisión en el diagnóstico y tratamiento de lesiones deportivas complejas.

La medicina regenerativa representa un campo emergente que promete revolucionar la rehabilitación deportiva al ofrecer terapias que promueven la curación y la regeneración de tejidos dañados. Este enfoque, combinado con avances en tecnología y rehabilitación basada en datos, abre nuevas posibilidades para mejorar los tiempos de recuperación y restaurar la función plena del deportista.

El desarrollo tecnológico continúa siendo un factor disruptivo en el deporte y la actividad física, presentando tanto desafíos como oportunidades para mejorar el rendimiento, prevenir lesiones y optimizar la recuperación. Desde dispositivos de monitorización hasta simulaciones computacionales, la inteligencia artificial, la integración de la tecnología en la práctica deportiva redefine constantemente los límites de la excelencia física y la salud atlética.

La psicología del deporte juega un papel crucial en la rehabilitación, abordando no solo los aspectos físicos de la lesión, sino también los procesos emocionales y psicológicos que influyen en la recuperación y el retorno al juego. La atención integral al bienestar mental del deportista es fundamental para gestionar el estrés, la ansiedad y las expectativas durante el proceso de rehabilitación.

La nutrición y la suplementación adecuadas complementan el enfoque integral de la rehabilitación deportiva, proporcionando los nutrientes necesarios para apoyar la recuperación y el desarrollo muscular. La optimización de la dieta y la ingesta de suplementos juegan un papel crucial en la mejora del rendimiento y la prevención de lesiones a largo plazo.

En el ámbito específico del deporte paralímpico, como el baloncesto en silla de ruedas, la fisioterapia adquiere una dimensión aún más especializada. La atención a las necesidades únicas de los atletas con discapacidades físicas demanda un enfoque personalizado que garantice la inclusión, la accesibilidad y el máximo rendimiento deportivo.

Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva representa, por lo tanto, un recurso imprescindible para estudiantes, profesionales de la salud y entrenadores deportivos que buscan profundizar en el conocimiento científico y las mejores prácticas en la rehabilitación de lesiones deportivas. A través de la colaboración de expertos multidisciplinarios y la integración de investigaciones de vanguardia, este libro invita a explorar los fundamentos esenciales y las innovaciones emergentes que están transformando el campo de la rehabilitación deportiva en la actualidad.

Bienvenidos a un viaje de descubrimiento y aprendizaje en la intersección entre la ciencia, la tecnología y el cuidado humano en el deporte y la salud.

Jhonatan Betancourt Peña

Fisioterapeuta y PhD. Educación, Deporte y Salud
Decano Facultad de Salud y Rehabilitación
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte

CAPÍTULO 1

Lesión Deportiva: una Visión General

Sports Injury: An Overview

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

Resumen

El documento "Lesión Deportiva: Una Visión General" tiene como objetivo proporcionar una comprensión integral de las lesiones deportivas, abordando su epidemiología, mecanismos de lesión, y estrategias de prevención y rehabilitación. Se centra en la importancia de identificar los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos que contribuyen a la aparición de lesiones, así como en la necesidad de establecer sistemas de vigilancia más efectivos que incluyan no solo competencias de alto nivel, sino también procesos de formación deportiva.

La metodología empleada incluye una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre lesiones deportivas, así como el análisis de modelos causales que explican la interacción de diversos factores en la ocurrencia de lesiones. Se recopilan datos de estudios previos y se presentan estadísticas relevantes que ilustran la prevalencia y tendencias de las lesiones en diferentes deportes.

Los resultados indican que las lesiones deportivas son un problema de salud pública que afecta a millones de personas, con un impacto significativo en el rendimiento deportivo y la calidad de vida de los atletas. Se destaca la necesidad de implementar programas de prevención y rehabilitación que sean específicos para cada deporte y tipo de lesión.

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Calero Saa PA. Lesión deportiva: una visión general. 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. 19-82. https://doi.org/10.35985/9786287914162.1

En la discusión, se enfatiza la importancia de un enfoque multidisciplinario en el manejo de las lesiones deportivas, que incluya la colaboración entre médicos, fisioterapeutas y entrenadores. Se concluye que una mejor comprensión de los mecanismos de lesión y la implementación de estrategias adecuadas pueden reducir la incidencia de lesiones y mejorar la recuperación de los deportistas.

Palabras Clave: Traumatismos en Atletas, Medicina Deportiva, Biomecánica.

Abstract

The document "Sports Injury: An Overview" aims to provide a comprehensive understanding of sports injuries, addressing their epidemiology, mechanisms of injury, and strategies for prevention and rehabilitation. It focuses on the importance of identifying intrinsic and extrinsic risk factors that contribute to the occurrence of injuries, as well as the need to establish more effective surveillance systems that include not only high-level competitions but also sports training processes.

The methodology employed includes a thorough review of the existing literature on sports injuries, as well as the analysis of causal models that explain the interaction of various factors in the occurrence of injuries. Data from previous studies are collected, and relevant statistics are presented to illustrate the prevalence and trends of injuries in different sports.

The results indicate that sports injuries are a public health problem affecting millions of people, with a significant impact on athletic performance and the quality of life of athletes. The need to implement prevention and rehabilitation programs that are specific to each sport and type of injury is highlighted.

In the discussion, the importance of a multidisciplinary approach to managing sports injuries is emphasized, which includes collaboration among doctors, physiotherapists, and coaches. It is concluded that a better understanding of the mechanisms of injury and the implementation of appropriate strategies can reduce the incidence of injuries and improve the recovery of athletes.

Keywords: *Athletic Injuries, Sports Medicine, Biomechanical Phenomena.*

Introducción

"Damos por sentado que somos conscientes,
pero no comprendemos la larga y tortuosa
secuencia de sucesos biológicos que ha hecho esto posible."

—Michio Kaku

El fenómeno de las lesiones deportivas ha captado la atención de profesionales de la salud, entrenadores y deportistas por igual, debido a su impacto significativo en el rendimiento y la salud de los atletas. Este documento, titulado "Lesión Deportiva: Una Visión General", se propone ofrecer una comprensión profunda y multidimensional de las lesiones en el ámbito deportivo. A lo largo de este capítulo, se explorarán conceptos fundamentales que abarcan desde la clasificación de las lesiones, diferenciando entre lesiones agudas y crónicas, hasta los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos que pueden influir en su aparición.

El lector encontrará un análisis detallado sobre el proceso de curación y rehabilitación, enfatizando la importancia de aplicar el principio de Adaptaciones Específicas a las Demandas Impuestas (SAID) para optimizar la recuperación. Además, se abordarán las implicaciones de las lesiones en el rendimiento deportivo y se presentarán estrategias para la prevención y manejo de estas condiciones. Este capítulo no solo busca informar, sino también equipar a los profesionales del deporte con el conocimiento necesario para implementar intervenciones efectivas que faciliten el retorno seguro y rápido de los deportistas a sus actividades. A medida que avancemos, se espera que el lector adquiera una visión integral que le permita abordar las lesiones deportivas con mayor eficacia y comprensión.

Conceptos de Lesión Deportiva

La participación deportiva lleva consigo un riesgo inminente de lesiones deportivas y, estas se reconocen como un importante problema por las consecuencias sobre el rendimiento deportivo, el impacto económico para el equipo, la familia (1) y la misma salud del deportista. A lo largo de su carrera, todo deportista se verá inevitablemente enfrentado a sufrir una lesión deportiva. Hoy en día la lesión deportiva no solo aparece en los deportes profesionales o de alto rendimiento, sino también aparece en los deportes semiprofesionales, en el

amateur, el ocio o incluso en la iniciación deportiva. Estos eventos generan un impacto importante en los deportistas, donde no solo su carrera se puede ver comprometida por las ausencias tanto en entrenamientos como de la competencia, sino también, por el impacto en su salud que puede conllevar a ausencias laborales, educativas o entorno social, generando alguna discapacidad de acuerdo con la severidad de la lesión, convirtiéndose en una responsabilidad familiar aumentando gastos de manutención y los servicios de salud (2).

El entorno del concepto de lesión deportiva toma fuerza debido a su impacto en la salud pública. Recordemos que, a nivel profesional, un deportista trabaja con el deporte y su salud como su rendimiento deportivo, forman una relación estrecha que se debe, por decirlo de alguna manera, cuidar. Con relación a la definición de lesión deportiva, en el medio no se encuentra un consenso, a pesar de que existe un progreso importante en su estudio promovido por el Grupo de Consenso de Lesiones, auspiciado por el Centro de Evaluación e Investigación Médica de la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA), lo cual, no se ha llegado a un consenso (2).

En el consenso del Comité Olímpico Internacional (COI) 2020, en su afán por generar un consenso sobre las lesiones y enfermedades del deporte, manifiestan que las anteriores declaraciones de consenso sobre lesiones y enfermedades en el deporte propusieron definiciones en gran medida referentes para lesiones y enfermedades. Las diferencias en la definición surgen del deporte o contexto específico para el cual se desarrollaron las declaraciones:

- ***La Lesión***: es el daño tisular u otro trastorno de la función física normal debido a la participación en deportes, como resultado de la transferencia rápida de energía cinética.
- ***La enfermedad:*** es una queja o trastorno experimentado por un atleta, no relacionado con la lesión. Las enfermedades incluyen problemas relacionados con la salud en el bienestar físico (influenza), mental (depresión), social o la eliminación o pérdida de elementos vitales (3).

Establecer un concepto de lesión deportiva se convierte en un reto trascendental, debido a la variedad de causas o factores que llevan a que se generen. Sin embargo, se toman varias definiciones, según diferentes autores que han indagado este fenómeno, facilitando su comprensión y su entorno.

Desde el campo de la Biomedicina, una lesión es la destrucción de estructuras anatómicas o la pérdida de funciones fisiológicas debido a cargas que superan el límite de resistencia de los tejidos biológicos (4). La

American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSSM) la define como el daño, percance o contratiempo que ocurra durante la competición o los entrenamientos y que cause baja en la competición o en dos o más días de entrenamiento o que conlleven a un descenso en la carga de entrenamiento en dos o más sesiones consecutivas.

Otros autores definen la lesión deportiva como aquella afectación sobre el cuerpo generada por la exposición a energía mecánica, calor, electricidad, agentes químicos y radiación que interactúan con el cuerpo en cantidad o en índices que exceden el umbral de tolerancia humano (5). En el mismo sentido, Bahr y Holme manifiestan que las lesiones deportivas son el resultado de una interacción completa de una variedad de factores de riesgo y acontecimientos por los cuales solo una parte han sido identificadas (6). Este concepto permite establecer factores externos que influencian la integridad del individuo, propendiendo en el profesional de la rehabilitación a que su función no se limite al ambiente meramente clínico, sino también a un abordaje al entorno del deportista.

Por otro lado, Van Mechelen define la lesión deportiva como un colectivo de los tipos de daños sufridos en actividades deportivas (7). Noyes et al. 1988, determina que las lesiones deportivas guardan relación con el deporte o la actividad física y cuyo resultado es la retirada temporal del entrenamiento, la actividad o la competición, o que obligan a la persona a solicitar asistencia médica (8). Pujals & Cols. establecen la lesión deportiva como cualquier queja física (causada por una transferencia de energía que excede la capacidad del cuerpo para mantener su integridad estructural y/o funcional) sostenida por un atleta durante una competencia o entrenamiento directamente relacionado con el deporte o la actividad de ejercicio investigada, independientemente de la necesidad de atención médica o la pérdida de tiempo de la actividad deportiva (2).

El COI reconoce que no existe una diferencia clara entre lesión y enfermedad. En el consenso se estableció que las lesiones deportivas son la fuente principal, se da desde una transferencia de energía cinética. Las definiciones pretenden ser inclusivas y abarcar una amplia variedad de problemas de salud relacionados con lesiones y enfermedades que afectan al deportista (3).

De acuerdo con lo anterior, el COI identifica que los problemas pueden resultar:

1. **Directamente de la participación en una competencia o del entrenamiento** en las habilidades fundamentales de un deporte, como por ejemplo la colisión entre dos jugadores, uso excesivo por entrenamiento repetitivo.

2. **Indirectamente de la participación en actividades** relacionadas con la competencia o el entrenamiento de un deporte, pero no durante la competencia o una sesión de entrenamiento, como resbalar, caer y sufrir una lesión en el entrenamiento, desarrollar una enfermedad posterior a una competencia internacional o una enfermedad derivada con el aumento de carga de entrenamiento en pocas semanas.
3. **De actividades que no están relacionadas en absoluto con la participación en el deporte**, es decir, ocurrirían en ausencia de participación durante la competencia o entrenamiento en las habilidades fundamentales de un deporte, como un accidente de tránsito.

Tradicionalmente, las lesiones se han clasificado en aquellas con inicio repentino y aquellas con inicio gradual. Las lesiones de inicio repentino son aquellas resultantes de un evento específico identificable (colisión con otro deportista o un objeto). Las lesiones de inicio gradual son aquellas que carecen de un evento desencadenante súbito y definible (tendinopatía provocada por movimiento repetitivo).

En el entorno deportivo, es usada comúnmente la expresión de "lesión por sobreuso", la cual define las lesiones de aparición gradual. No obstante, de acuerdo con el consenso COI 2020, ese término se usa de manera inconsistente en la literatura y los sistemas de vigilancia, en su mayoría, no definen la "lesión por sobreuso" (3). Con respecto a lo anterior, Whiting & Zernicke (1998) establecieron que el uso normal como "Carga Funcional Normal" y el uso excesivo como "Sobrecarga o aplicación de fuerzas repetidas". Según los autores, las lesiones por sobreuso o uso excesivo suceden como resultado de una sobrecarga repetitiva o un microtraumatismo y, por lo tanto, el mecanismo de la lesión no es claro. El tipo y la clasificación de la lesión como producto de la aplicación de fuerzas repetidas, difiere de acuerdo con el tipo de tejido afectado (9), por ejemplo:

- **Hueso:** Fractura por estrés, apofisitis, osteítis, periostitis y distensión ósea.
- **Articulación Sinovial:** Capsulitis o Sinovitis.
- **Cartílago Articular:** Condropatía y Fragmentación.
- **Tendón:** Tendinopatía (Tendinitis), Tendinopatía Degenerativa (Tendinosis)

Algunos ejemplos de aplicación de cargas repetitivas en el deporte:

- **Tenis de Campo:** Un tenista adolescente aumenta la intensidad del juego utilizando el agarre semi-occidental u occidental y sufre una fractura por estrés del metacarpiano.
- **Corredores y ciclistas:** El flexo/extensión repetitiva de la rodilla induce que la banda iliotibial roce contra el epicóndilo femoral lateral, generando la aparición del síndrome de la banda iliotibial.
- **Natación:** Las fallas técnicas junto con desequilibrios estructurales y funcionales pueden contribuir al pinzamiento del manguito rotador (Síndrome subacromial).

La aparición de una lesión deportiva es el resultado de una serie de interacciones entre el agente, el huésped y el medio ambiente. En este sentido, la epidemiología de las lesiones deportivas definió a la energía cinética como el "agente" de la lesión, estableciendo que la lesión deportiva es el resultado de una transferencia de energía cinética que daña el tejido. En este sentido, las lesiones deportivas son el resultado de un intercambio casi inminente de grandes cantidades de energía cinética, de la acumulación gradual de transferencia baja de energía a lo largo del tiempo o de una combinación de ambos mecanismos, lo cual, implica que este modelo sugiere que las lesiones deportivas son producto de una interacción continua de exposiciones a la energía cinética (3).

El COI sugiere que no se use el concepto de lesión de inicio repentino o gradual y, en su lugar, se intenten involucrar medidas que ayuden a identificar lesiones que involucren mecanismos agudos, repetitivos o mixtos (Tabla 1).

Tabla 1. *Ejemplos de Identificación del Inicio de una lesión*

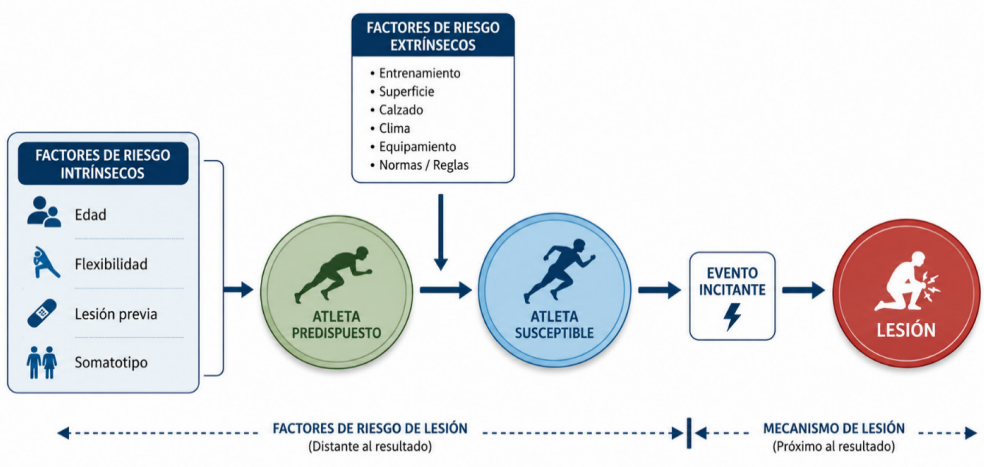
Mecanismo	Presentación	Ejemplo
Agudo	Inicio Repentino	Un velocista se detiene repentinamente en una carrera, se detiene y cojea unos pasos con un dolor evidente debido a una lesión en los isquiotibiales.
Repetitivo	Inicio Repentino	Una gimnasta sufre una fractura de tibia y peroné al caer desde un salto; la tomografía computarizada revela cambios morfológicos preexistentes consistentes con estrés óseo, es decir, una fractura por estrés.
Repetitivo	Inicio Gradual	Un nadador experimenta un aumento gradual del dolor en el hombro a lo largo de la temporada, diagnosticado como tendinopatía del manguito rotador en la resonancia magnética.

Fuente: Tomado y Adaptado de Bahr & Cols. (3)

Modelos que Explican la Lesión Deportiva

En 1994, Meeuwisse W, publicó un modelo multifactorial de causalidad (Figura 1), intentando dar razón de la interacción de múltiples factores de riesgo (intrínsecos y extrínsecos) que interactúan para que un deportista se convierta en un huésped susceptible de sufrir una lesión antes que se dé un acontecimiento que la produzca (10).

Figura 1. *Modelo Multifactorial de la etiología de las lesiones deportivas*



Fuente: Tomado y Modificado de Meeuwisse (10). Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

La experiencia de algunos investigadores ha llevado a afirmar que este enfoque presenta limitaciones, debido a que su fundamento aborda un paradigma lineal, es decir, los sucesos se dan por medio de una secuencia desde un punto inicial hasta un punto final, el cual, es basado en estudios de cohortes clásicos donde se mide un punto final específico y finito, como es la aparición de una enfermedad (fibrosis pulmonar) y la muerte (11).

En el deporte no sucede de igual manera. Es importante mencionar que un individuo puede estar expuesto a un mismo factor de riesgo o a factores de riesgo diferentes de forma repetida a través de múltiples participaciones, por lo que una exposición es una combinación tanto de poseer un factor de riesgo como de participar o interactuar con el factor de riesgo. Por lo tanto, las lesiones pueden ocurrir o no en condiciones similares, indicando que una lesión no provoca el retiro de un deportista de su competencia o entrenamiento, lo que conlleva que

no llegue a un punto final (11). Esto quiere decir que las situaciones deportivas y su naturaleza no corresponden a un enfoque lineal que tenga un punto inicial y un final, lo cual concluye en una lesión, sin embargo, no da cuenta de lo que ocurre después de una lesión (11, 12).

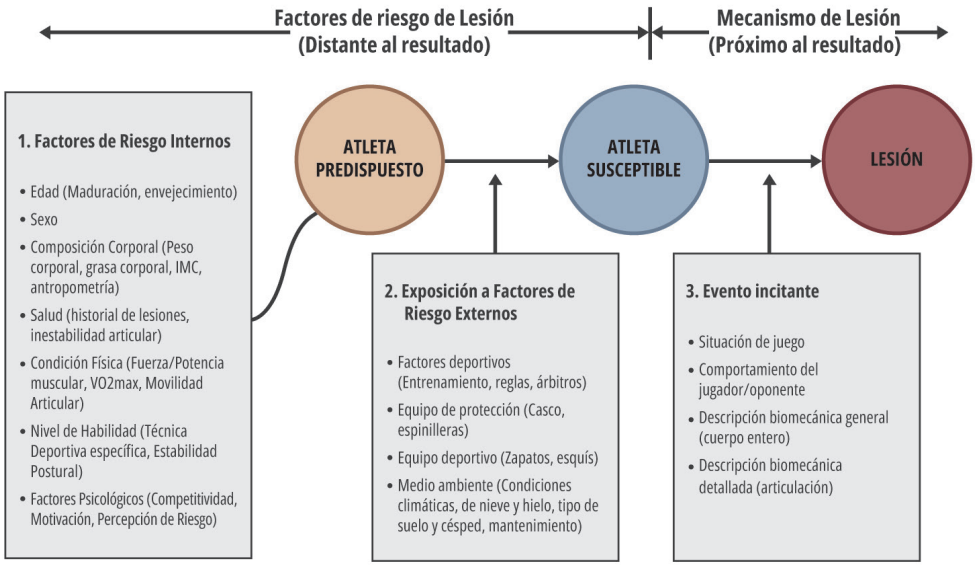
Es importante explicar que un deportista como ser humano que es, debe mantener una disciplina constante en el afán de mantener su ritmo deportivo en condiciones adecuadas para poder afrontar la exigencia de la competencia y el entrenamiento. Este deportista tiene una carga de características propias y se expone a elementos externos que tienen en constante ejercicio de riesgo de lesión. Un *riesgo* es definido como la probabilidad de aparición de un efecto o de ocurrencia de un fenómeno, es decir, es la probabilidad de que un deportista se expone a un factor que puede desencadenar una lesión (13). En este sentido, un *factor de riesgo* es una característica que puede ser medido o cuantificado de un deportista que indica la probabilidad de lesionarse (14). Alrededor de un deportista coexiste un conjunto de factores de riesgo que pueden o no desencadenar un evento lesivo, estos factores se distinguen desde características propias del deportista (Factores Intrínsecos o Internos) como la edad, el sexo, los hábitos de vida, cantidad de sueño, antecedentes lesivos, su fuerza, la flexibilidad, entre otros; y características ajenas al deportistas (Factores Extrínsecos o Externos) como lo son el clima, el terreno de juego, la indumentaria deportivo, entre otros.

Como se muestra en el Modelo Multifactorial de la etiología de las Lesiones Deportivas, aunque la lesión pueda darse por causa de un único evento, puede ser el resultado de una interacción compleja entre factores de riesgo internos y externos. La presencia tanto de factores de riesgo intrínsecos como extrínsecos es la que genera que el deportista sea susceptible a sufrir una lesión, sin embargo, la sola presencia de estos factores no es suficiente para que aparezca la lesión. La sumatoria de los factores de riesgo y la interacción entre ellos junto con una situación determinada aumenta la susceptibilidad al deportista para que se origine una lesión (Figura 2). Meeuwise define el evento incitante como el eslabón final de la cadena que causa una lesión y que dichos hechos se consideran causas necesarias (15).

De igual manera, existe un modelo de causa de lesión deportiva, enfocado en aspectos biomecánicos descrito por McIntosh, donde tiene en cuenta factores adicionales que influyen en la interacción entre la carga y la tolerancia a la carga tanto positiva como negativa, así como el comportamiento/actitudes, entrenamiento, habilidades, el equipo, otros deportistas y el medio ambiente.

Este modelo describe cómo la carga y la tolerancia a la carga pueden modificar el riesgo de lesiones, resultado de cambios de los mismos factores de riesgo a través de las diferentes interacciones (16).

Figura 2. *Modelo integral de causalidad de lesiones*

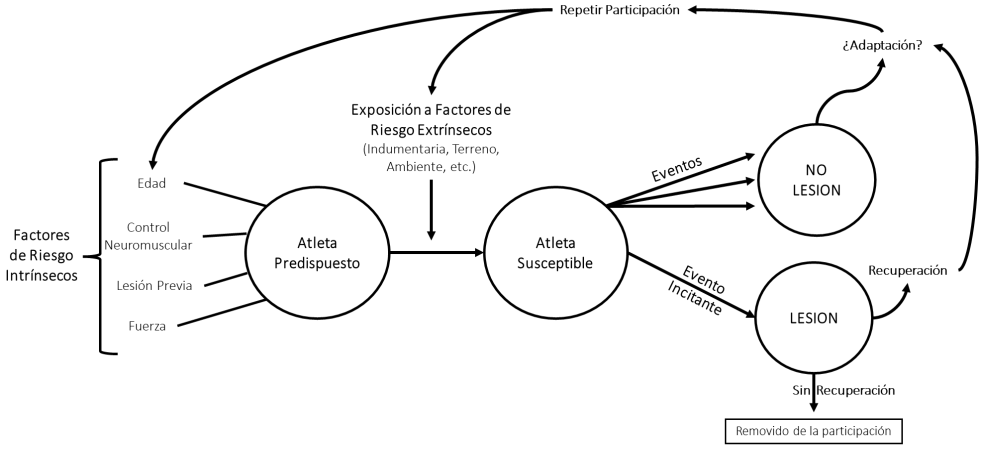


Fuente: Tomado y Modificado de Bahr R & Krosshaug T. (15)). Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

El Modelo Integral de Causalidad de Lesiones se basa no solo en la perspectiva biomecánica de McIntosh, sino que también se centra en las características del deporte. En este modelo se contempla que los factores intrínsecos y extrínsecos pueden afectar tanto la carga como la tolerancia a la carga. El modelo se aplica para analizar la interacción entre diferentes factores que ocasionan lesiones y de esta manera, abordar el potencial preventivo, como en los esguinces de tobillo producidos en el voleibol o el fútbol, donde el riesgo de sufrir un esguince es de 4-5 veces mayor si existen antecedentes de lesión en el mismo tobillo, lo que constituye un factor de riesgo interno, lo que ocasiona un control neuromuscular reducido. En el voleibol, los esguinces suceden bajo la red cuando un jugador cae sobre el pie de un oponente o de un compañero después de bloquear o atacar (Mecanismo de Lesión). En el fútbol, los esguinces de tobillo se producen por entradas tardías desde un costado, con un golpe de un contrario en la cara medial de la pierna justo en

el momento o antes de un golpe del pie, resultando en una fuerza dirigida lateralmente (Mecanismo de Lesión) (15).

Gissane et al. (12), desarrollaron un modelo cíclico para dar cuenta del regreso de los jugadores sanos al deporte, reconociendo que los deportistas pueden regresar en un nivel inferior. Sin embargo, el modelo no permitía que los deportistas volvieran al ciclo de exposición. Los modelos lineales no contemplan que existen cambios en la susceptibilidad a las lesiones en el curso de la participación deportiva sin la presencia de lesiones y que las exposiciones podrían generar adaptación y cambiar continuamente el riesgo (17). En un contexto real deportivo, un deportista se expone a riesgos dinámicos y cambiantes con alta frecuencia. Una exposición a un acontecimiento desencadenante puede alterar los factores de riesgo intrínsecos y modificar la predisposición a una lesión. Consecuentemente, el deportista puede estar expuesto a los mismos o diferentes factores de riesgo extrínsecos y tener una susceptibilidad diferente.



Fuente: Tomado y Modificado de Meeuwise (11)

Pues, es recursivo porque en una exposición se puede alterar los factores de riesgo y permitir que el deportista recorra el modelo repetidamente (11).

Deportista Predispuesto (Factores Intrínsecos): Los factores de riesgo extrínsecos y otros factores ajenos al deportista podrían reducir el riesgo intrínseco, disminuyendo el riesgo general de lesión. Adicionalmente, lo contrario también puede tener lugar, si el contacto corporal repetido produce microtraumatismos asintomáticos y disminuye la fuerza o reduce el control

neuromuscular, el deportista puede estar más predispuesto a lesionarse. Consecuentemente, la exposición a los mismos factores extrínsecos y al mismo mecanismo o acontecimiento daría lugar a que el deportista se lesione. En este caso, el acontecimiento sería el mecanismo de lesión (11).

Deportista Susceptible (Factores Extrínsecos): la misma condición se puede aplicar a los cambios de los factores de riesgo extrínsecos. La naturaleza del acontecimiento en la participación deportiva puede llevar al deportista a usar una indumentaria más/menos protectora. Igualmente se pueden considerar los efectos conductuales del entorno, la postura ante otros deportistas, las condiciones de juego, el juicio arbitral, el estado de los espectadores y la fase del juego o temporada. Estos elementos y otros más que se dan en un encuentro pueden modificar el riesgo, alterando la susceptibilidad del deportista a las lesiones. Este modelo asume que cualquier riesgo puede interactuar con cualquier otro riesgo para generar efectos de acción conjunta. En conclusión, la aparición de un deportista susceptible es aquella en la que se acumulan los riesgos intrínsecos, los extrínsecos y las interacciones entre todos los riesgos (11).

Decisión sobre las Lesiones

I. **Lesiones:** en el modelo original lineal, solo se tenía en cuenta la posibilidad de que se produjera un hecho desencadenante del daño. Sin embargo, en el actual modelo un producto lesivo es considerado a partir de una combinación de factores precedentes como parte de la causa.

II. **Recuperación**: las lesiones deportivas en ocasiones dan como resultado la retirada de la competencia. Sin embargo, tras una atención médica en el campo o posterior a la competencia, el deportista podrá reincorporarse durante la misma competencia o en el siguiente encuentro, potencialmente con un nuevo conjunto de factores de riesgo intrínsecos. A partir de lo anterior, la predisposición del deportista es totalmente diferente. La reintegración a la competencia o la recuperación al posterior juego pueden dar lugar a que un deportista cambie su indumentaria o equipo protectivo y a su vez otros factores extrínsecos, modificando la susceptibilidad del deportista.

III. **Sustitución:** Desafortunadamente, no todos los deportistas regresan a práctica deportiva tras sufrir una lesión. Retirarse de la competencia representa un punto final finito en términos de más riesgos o lesiones. Esto se da debido a una recuperación inadecuada de la lesión o a la decisión de no aceptar más riesgos.

IV. **Sin Lesión:** Dentro de las situaciones que afronta un deportista, está la de exponerse a situaciones potencialmente lesivas y que no concluyan en una lesión. La mayoría de las situaciones de juego no concluyen en lesión. Consecuentemente, estas situaciones pueden conllevar a producirse adaptaciones o inadaptaciones en los tejidos, en las condiciones, etc., que modifican los factores de riesgo intrínsecos y/o extrínsecos en el deportista.

V. **Papel en el Ciclo**: Al ser un modelo dinámico, el deportista puede entrar en la cadena de lesiones en cualquier momento. Por ejemplo, un evento como un entrenamiento intenso que genere fatiga, que provoque una adaptación que no provoque la pérdida de tiempo de participación y no requiera atención médica. Esta situación no se ajustaría a la definición de lesión, ya que en el modelo se considera como un acontecimiento que no genera lesiones. No obstante, un control neuromuscular bajo, como riesgo intrínseco, podría alterar la función de la fatiga, lo que interactúa con otro factor de riesgo preexistente como una laxitud ligamentosa del colateral lateral, producto de una rotura parcial previa. Posteriormente, el deportista podrá volver a practicar deporte en presencia de los mismos factores de riesgo extrínsecos que antes, como una superficie de alta fricción y realizar gestos deportivos que realiza comúnmente como acelerar, desacelerar, cambiar de dirección. Esta situación en presencia de factores de riesgo intrínsecos alterados se podría convertir en un acontecimiento incitador en el mismo movimiento, convirtiéndose en el mecanismo de lesión. Aunque esta situación se puede considerar lineal al comenzar con un factor de riesgo intrínseco nuevo y otro antiguo. No obstante, también se podría considerar comenzar con una carga de entrenamiento intensa o un evento subclínico de fatiga (11).

Epidemiologia de las Lesiones Deportivas

Las lesiones deportivas se han investigado ampliamente en los últimos años, se han realizado grandes esfuerzos enfocados al desarrollo de procesos de información (18). La causa se ha convertido en el punto de inicio para clasificar las enfermedades y las lesiones. En el campo de la salud, los modelos causales se centran en los mecanismos que llevan a la disminución de las funciones del organismo. En la investigación de medicina deportiva se han utilizado modelos análogos para describir los factores de riesgo intrínseco y extrínseco (19) para llegar a la reducción del riesgo de lesiones.

El producto de los estudios epidemiológicos es un registro etiológico donde poder identificar el perfil del deportista con susceptibilidad a lesionarse, las características del entorno y el agente que lo provoca (20). Adicionalmente, las lesiones deportivas se abordan desde tres dimensiones por así decirlo: a) las lesiones relacionadas con las características sociodemográficas del deportista (edad, sexo, raza, etc.), antropométricas (talla, peso, IMC, porcentajes de la composición corporal, somatotipo) y las características del deporte (conjunto, individual, contacto, sin contacto, cíclico, acíclico, entre otras); b) la personalidad y la percepción del riesgo del deportista y; c) los motivos del jugador en términos de toma de riesgos (21), este motivo es lo que ha llevado a la necesidad de abordar a los deportistas desde diferentes profesiones, conformando de esta manera un equipo multidisciplinario.

Esta investigación se realiza a partir de la incidencia, los factores de riesgo y las medidas de reducción de riesgos. Los deportes de conjunto o de equipo presentan un alto nivel de lesión (22) debido a las características propias de la disciplina como lo son los movimientos generados en el dominio del balón, la interacción con el rival y los compañeros (23). Las tasas de lesiones deportivas específicas varían de acuerdo con los escenarios como lo son la definición de lesión (24), edad y tipo de exposición (competencia o entrenamiento, torneo o temporada) (23).

Por citar cifras, las lesiones generan un impacto en 5,2 millones de australianos de 2000 millones de dólares en el sistema sanitario de Australia. El 20% de las lesiones del total de lesiones en Europa son deportivas y tienen un costo de 2400 millones de euros, mientras que el impacto económico de lesiones deportivas en Estados Unidos es de 1580 millones de dólares (22).

La Encuesta de Salud de la Comunidad Canadiense informó que el 66% de las lesiones de los jóvenes entre los 12 y 19 años se relacionan con el deporte (25). Esas lesiones representan más del 30% de los motivos de consulta en los jóvenes y el 40% de las lesiones se relacionan con actividades deportivas y recreativas (26, 27), impactando las cifras en la Salud Pública.

Exposición Deportiva: la Unidad de las 1000 Horas como Referencia Epidemiológica

En el campo de la epidemiología de las lesiones deportivas, la cuantificación de la exposición deportiva constituye un elemento metodológico fundamental para obtener tasas de incidencia comparables entre deportes, categorías y contextos. El uso de las 1000 horas de exposición (1000 h-exp) como denominador estandarizado ha emergido como la unidad de referencia

más aceptada internacionalmente, permitiendo superar las limitaciones de reportes basados únicamente en el número de lesiones absolutas o en el número de atletas expuestos.

Concepto y Fundamento Metodológico

La tasa de incidencia, expresada por cada 1000 horas de exposición, se calcula dividiendo el número de lesiones registradas entre el total de horas de exposición acumuladas por el grupo de atletas durante el periodo de estudio, y multiplicándolo por 1000. Esta unidad fue propuesta y difundida por van Mechelen y cols. en 1992 como parte de un modelo secuencial de prevención de lesiones deportivas, y ha sido adoptada de manera consistente en la literatura científica desde entonces (7).

La fórmula generalmente aplicada es:

Tasa de incidencia = (N.º de lesiones / total horas de exposición) x 1000

La exposición se cuantifica de forma diferenciada para competencia y entrenamiento, dado que las tasas de lesión difieren significativamente entre ambos contextos. En la mayoría de los deportes, la tasa de lesión durante la competencia es considerablemente mayor que durante el entrenamiento, lo que refleja la mayor intensidad, el contacto físico y la exigencia táctica propia de los encuentros.

Importancia de la Exposición como Denominador

El uso de la exposición a las 1000 horas como denominador ofrece ventajas metodológicas relevantes:

- Permite la comparación de tasas entre deportes con volúmenes de práctica muy distintos.
- Controla la variabilidad en el número de atletas y en la duración de las temporadas.
- Facilita la evaluación del impacto de programas de prevención a lo largo del tiempo.
- Posibilita la identificación de periodos de mayor riesgo dentro de una temporada o ciclo de entrenamiento.

Fuller y cols. en el consenso sobre definiciones y procedimientos de recolección de datos en lesiones de fútbol, destacan que la tasa de incidencia por 1000 horas de exposición es la medida preferida para describir y comparar la carga de lesiones entre diferentes estudios y contextos deportivos. Este criterio ha sido adoptado también por el Comité Olímpico Internacional (COI) en su consenso de 2020 sobre métodos de registro y reporte epidemiológico en el deporte (3, 28).

Tasas de Incidencia de Referencia en Deportes Seleccionados

Los datos epidemiológicos disponibles permiten establecer tasas de referencia en diferentes disciplinas. En el fútbol de élite, estudios del programa UEFA Champions League reportan tasas globales de entre 6 y 9 lesiones por cada 1000 horas de exposición, con tasas de competencia que superan las 25 lesiones/1000 h-exp, mientras que las tasas de entrenamiento oscilan entre 3 y 6 lesiones/1000 h-exp. En el rugby, las tasas de incidencia en competencia pueden superar las 80 lesiones/1000 h-exp, siendo uno de los deportes con mayor carga lesional registrada. En el baloncesto, los datos del seguimiento universitario (NCAA) reportan tasas de entre 9 y 10 lesiones/1000 h-exp en competencia (29, 28, 30).

En atletismo, las tasas varían ampliamente según la disciplina; los corredores de fondo presentan tasas de 2,5 a 12,1 lesiones/1000 h-exp, mientras que los saltadores y lanzadores muestran perfiles de lesión distintos asociados a los gestos técnicos específicos de cada prueba. En natación, Sein y cols. Reportaron tasas de lesión de hombro de hasta 4,2 por 1000 horas de entrenamiento en nadadores de élite (57).

La Exposición en Procesos de Formación Deportiva

Un aspecto crítico que ha sido señalado en la literatura es la insuficiencia de los sistemas de vigilancia de lesiones para cuantificar adecuadamente la exposición en contextos de formación deportiva, es decir, en categorías juveniles, escolares y de iniciación. Emery y cols., en sus encuestas realizadas en estudiantes canadienses de bachillerato (2004 y 2019), evidenciaron altas tasas de participación deportiva y lesión, pero señalaron la dificultad metodológica de calcular tasas por horas de exposición en estos contextos, dado que la exposición raramente es registrada de forma sistemática fuera del deporte de alto rendimiento (26, 28).

Esta limitación es coherente con lo planteado en el consenso del COI 2020, que resalta que los sistemas de vigilancia enfocan su mayor esfuerzo en competencias de alto nivel, descuidando los procesos de formación donde la exposición acumulada es igualmente relevante para la prevención. La correcta cuantificación de las horas de exposición en estos contextos permitiría identificar factores de riesgo propios de la etapa de desarrollo del deportista y diseño de programas preventivos más pertinentes (3).

Consideraciones Metodológicas para el Registro de la Exposición

Para garantizar la validez y comparabilidad de los datos, el COI y diversos grupos de consenso recomiendan:

1. Registrar de forma diferenciada las horas de exposición en entrenamiento y competencia.
2. Incluir tanto las sesiones programadas como las de recuperación activa cuando impliquen riesgo de lesión.
3. Utilizar registros individuales por atleta para mayor precisión en la cuantificación de la exposición real.
4. Reportar las tasas de incidencia con sus intervalos de confianza al 95% para facilitar la interpretación estadística.

Emery & Cols. Realizaron una encuesta en el 2004 a 2873 estudiantes de bachillerato de edades entre los 14 y 19 años, informaron una participación en actividades deportivas y recreativas en un 93.8%, adicionalmente, informaron que el baloncesto, fútbol americano, el hockey sobre hielo y el fútbol, fueron las disciplinas donde hubo mayor participación y a su vez, mayor tasa de lesiones deportivas (28). Para el 2019, Emery & Cols. Realizaron una segunda encuesta, con una participación de 2029 estudiantes de secundaria de los grados 10 a 12, con edades de 14 a 19 años, evidenciando una alta participación en deportes, con una tasa de lesión alta relacionada con el deporte en donde más de 1 estudiante de cada 4, buscaron atención medica por una lesión relacionada por participar en actividades deportivas y recreativas, siendo de esta manera un 30% más baja que la informada en 2004 (26).

De acuerdo con el interés constante de mejoras y reducir tiempos, las lesiones deportivas se convierten en el principal resultado de las exigencias de las disciplinas deportivas a las que se somete el deportista. Para tener un contexto

en cifras, cada año en Estados Unidos se producen 40 millones de lesiones musculoesqueléticas, solo 4 millones son de origen deportivo; el 75% se producen en los tejidos blandos (esguinces, calambres, desgarros, contusiones y abrasiones), estimándose que del 30% al 50% de estas lesiones son causadas por uso excesivo de los tejidos blandos (29).

Las tasas de lesiones deportivas son más altas en deportes de equipo que en los deportes individuales y esto se debe a las exigencias y la interacción física con otros deportistas. El fútbol, el baloncesto, el netball, las carreras y el tenis son los principales deportes que producen más lesiones deportivas en Australia; en Estados Unidos son el ciclismo, el baloncesto, el fútbol americano y el béisbol; en Europa son el fútbol, la gimnasia, los aeróbicos, el balonmano, la equitación y el esquí. Teniendo en cuenta lo anterior, los deportes de equipo representan el 40% de las disciplinas con más lesiones en Europa en orden del fútbol (74%), el baloncesto 8%), el voleibol (7%) y el balonmano (3%) (30, 31).

Un estudio realizado en 2007 por Garrido y Cols. Estudiaron un total de 2000 lesiones deportivas atendidas en el área de traumatología de un hospital terciario entre el 2003 y el 2007, en deportistas mayores de 14 años, se encontró que la mayor cantidad de lesiones deportivas se generan en aquellos deportes dinámicos con un 67,5%, encontrando deportes como fútbol, baloncesto y atletismo. En cuanto a las lesiones reportadas por disciplina deportiva, las lesiones musculares en el baloncesto estuvieron presentes con un 3,9% de todos los casos reportados (32).

La epidemiología de las lesiones deportivas permite realizar un análisis de la distribución y las variables que sugieren la aparición de lesiones, propendiendo a establecer medidas de prevención (20). El seguimiento y reporte de las lesiones deportivas requiere una constante recolección constante y sistemática de datos y variables que guarda relación importante en el contexto del evento, sin embargo, este proceso en algunas instancias no es claro, debido a que los sistemas de vigilancia enfocan su mayor esfuerzo en competencias de alto nivel y no es los procesos de formación, lo que ha dificultado el desarrollo de estrategias oportunas y pertinentes en la prevención de lesiones en procesos de formación deportiva.

Mecanismo de Lesión

Los modelos que explican la lesión deportiva dan razón de la interacción de los diferentes factores que intervienen para que se desencadene una lesión. No obstante, entender y describir de manera precisa el evento es muy importante. La

fuerza o energía mecánica es capaz de cambiar el estado de reposo o movimiento uniforme de la materia. Cuando una fuerza se aplica a cualquier parte del cuerpo, se provoca una modificación nociva en el tejido o estructura que impacta en la función, determina que hay una lesión mecánica (33). El Mecanismo de Lesión describe la mecánica de la causa (34) (inversión y dorsiflexión) y la respuesta biomecánica que causa daño a la estructura anatómica y la función fisiológica. El mecanismo de lesión permite dar claridad de cómo se lesionan los tejidos u órganos y de esta manera lograr identificar las estrategias de prevención. La respuesta biomecánica se refiere a la relación regular entre la duración de la carga y la capacidad de los tejidos para soportarla. Esa capacidad de respuesta de los tejidos incluye las características morfológicas del tejido, el estado de tensión-deformación, el desplazamiento, la velocidad, la aceleración, la estructura geométrica, la distribución de masa, etc. Estos parámetros son el requisito para analizar y estudiar los mecanismos de lesión y también son la línea de base de la evaluación de los límites de tolerancia, correspondientes a los diferentes niveles de lesiones de tejidos u órganos (4).

El mecanismo de lesión puede ser observado de manera práctica y los deportistas junto con el equipo médico, pueden proporcionar una mejor comprensión. Las deficiencias en la identificación del mecanismo de lesión se relacionan con la falta de apropiación de la anatomía, la patología, el diagnóstico, la clasificación y el tratamiento adecuado de las lesiones (35). El conocimiento del mecanismo de una lesión es extremadamente importante para determinar qué área del cuerpo es la afectada. La comprensión del mecanismo de lesión requiere realizar una breve historia del testimonio del deportista, indagando cómo ocurrió el suceso, acompañado de datos como algún sonido en particular, lo que sintió, si fue un crepito, un chasquido, crujido o un estallido, lo que puede indicar una fractura ósea, una lesión de ligamentos o de los tendones. Se debe acompañar de una inspección visual del lugar que se refiere a la lesión y compararla con la zona corporal para no afectada, para identificar deformidades, inflamación o hematomas subcutáneos (36).

El mecanismo de lesión puede establecer mecanismos directos o indirectos y a su vez mecanismos que involucren contacto o sin contacto.

Tabla 2. *Clasificación del contacto como mecanismo de lesión súbita*

Lesión		Tipo de Contacto	Ejemplo
Sin Contacto	Ninguno	No hay evidencia de interrupción o perturbación del patrón de movimiento del jugador.	Desgarro del LCA en un jugador de baloncesto que cae con la rodilla en valgo/rotación tras un salto, sin contacto con otros jugadores.
Contacto	Indirecto	A través de otro deportista	Desgarro del LCA en el aterrizaje de una jugadora de balonmano, desequilibrada después de que un oponente la empujara sobre el hombro mientras estaba en el aire.
	Indirecto	A través de un objeto	El esquiador sufre una conmoción cerebral por un choque, después de perder el equilibrio al golpear un obstáculo con la rodilla.
Contacto	Directo	Con otro deportista	Desgarro del LCA en un jugador de fútbol por una entrada directa a la cara anterior de la rodilla, lo que forzó la hiperextensión de la rodilla.
	Directo	Con un objeto	Jugador de voleibol golpeado en la cara por un balón, lo que le provocó una conmoción cerebral.

Fuente: Tomado y Adaptado de Bahr & Cols. (3)

a) **Mecanismos de Contacto Directo:** Conducen directamente a la lesión de manera inmediata (3).

b) **Mecanismos de Contacto Indirecto:** surgen del contacto con otros deportistas o con un objeto, donde la fuerza no es aplicada directamente en el área que sufre la lesión, sino que hace parte de la cadena causal que conduce a la lesión (3).

c) **Mecanismos Sin Contacto**: Conducen a lesiones sin ningún contacto directo o indirecto de una fuente externa (3).

El Mecanismo de Lesión está relacionado por evento traumático o como resultado de acciones repetitivas que generan microtraumatismos. Un *trauma* es una lesión o herida física que es producida por una fuerza externa o interna. La *patología* hace referencia a cambios estructurales y funcionales producto de la lesión. Las *Lesiones Agudas* son producidas por un traumatismo, mientras que las *Lesiones Crónicas* son el producto de microtraumatismos, generadas por acciones repetitivas.

Tabla 3. *Clasificación Lesiones Agudas y Crónicas*

Lesiones Agudas (Traumáticas)	Descripción	Lesiones Crónicas (Sobreuso)	Descripción
Fractura Ósea	Roturas o fisuras en un hueso	Tendinitis	Inflamación de un tendón
Luxación	Desalineación de un hueso con reducción quirúrgica o manual.		
Subluxación	Desalineación de un hueso con reducción espontánea	Tendinosis	Cicatrización fallida de un tendón
Esguince	Distensión de las fibras de un ligamento o la cápsula articular.		
Contusión	Impacto de algún objeto externo que provoca compresión de los tejidos blandos contra el hueso, provocando ruptura de los vasos sanguíneos (Hematoma)	Tenosinovitis	Inflación del tendón y su vaina sinovial
Desgarro Muscular	Ruptura de las fibras musculares		
Calambre Muscular	Contracciones musculares involuntarias	Bursitis	Irritación e inflamación de la bolsa sinovial alrededor de las articulaciones
Protección Muscular	Contracción muscular en respuesta al dolor.		
Dolor Muscular	Provocado por sobreesfuerzo en las actividades	Osteoartrosis	Desgaste crónico del cartílago articular
Neuritis	Irritación nerviosa crónica.		

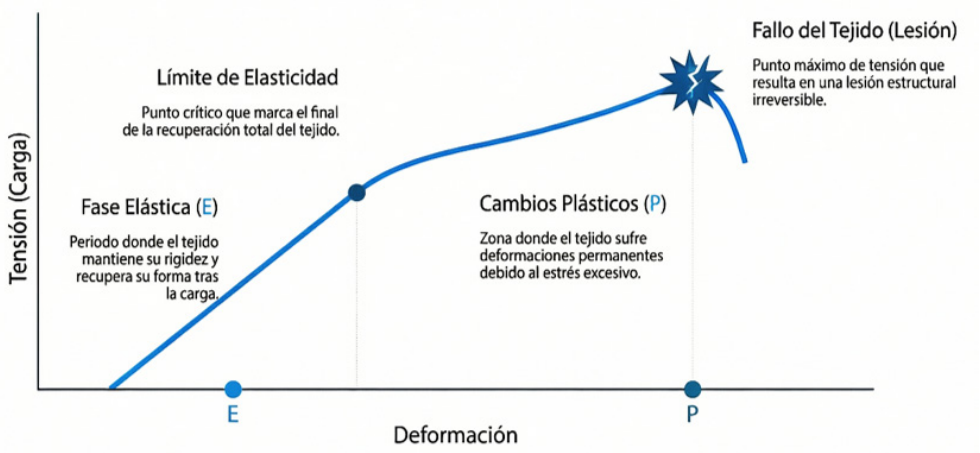
Concepto de Curva Tensión: Deformación

Las lesiones son causadas por fuerzas dirigidas sobre el cuerpo, las cuales dan como resultado una deficiencia de las estructuras anatómicas que son de suficiente magnitud para causar daño o destrucción al tejido. La respuesta de los diversos tejidos a las fuerzas aplicadas está determinada por las propiedades mecánicas de cada uno.

Las cargas son cualquier fuerza o combinación de fuerzas que se aplican en la parte externa de un tejido, provocando respuestas dentro de los mismos (37). (Figura 1). La rigidez es la capacidad relativa de un tejido para resistir una carga o estrés. A mayor rigidez, mayor será la capacidad de soportar más carga. El estrés consiste en la resistencia interna de los tejidos sometidos a una carga.

La tensión interna ejercida sobre los tejidos por ese estrés da como resultado la deformación de los tejidos. En cuanto a los tejidos biológicos, estos cuentan con una propiedad denominada elasticidad, la cual permite que un tejido deformado pueda volver a su estado inicial o normal. El límite elástico llega cuando el tejido por medio de la deformación ya no es capaz de reaccionar elásticamente, lo que genera cambios definitivos al desistir la carga denominados "cambios plásticos". Cuando se excede la capacidad del tejido para soportar el estrés y la tensión, se produce un fallo mecánico, manifestándose en la lesión.

Figura 3. *Diagrama del concepto de curva tensión-deformación*



Nota. El diagrama de Curva Tensión-Deformación, se observa en la primera parte, antes de completar la fase elástica, que el tejido se comporta siguiendo un trayecto casi lineal con las características de un material elástico; la deformación aumenta directamente proporcional a la carga aplicada si aún existen cambios estructurales, el cual, una vez cede la carga, el tejido es capaz de volver a su estado inicial. En la segunda parte se llega a la fase plástica del tejido debido a la carga a la que se somete. En esta sesión, se requieren grandes cantidades de carga para que el tejido sufra deformaciones considerables, lo cual es subsanado por la tensión del tejido generando resistencia interna. En la tercera parte, se identifica una deformación progresiva del tejido ante las cargas a las que se expone. Esto se da debido a que todos los mecanismos que contrarrestan dicha carga ceden, llegando al límite de las propiedades biomecánicas del tejido como la elasticidad y la viscosidad (38).

Tabla 4. *Descripción de las fuerzas Externa e Internas*

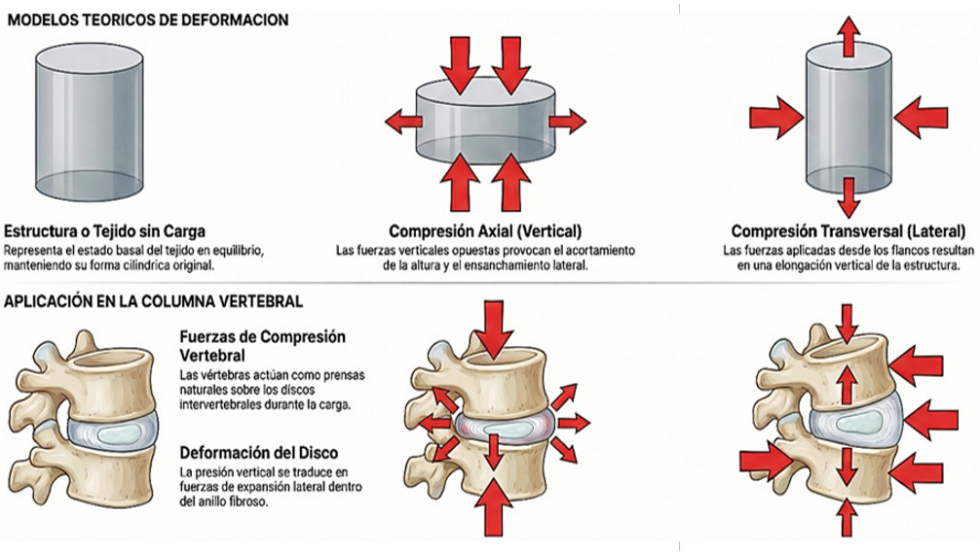
	Fuerzas Positivas (Buenas)	Fuerzas Negativas (Malas)
Fuerzas Internas	Activación adecuada de los músculos (los músculos se activan en el orden correcto, con la intensidad adecuada y en el momento adecuado) para el movimiento articular adecuado	Activación inadecuada de los músculos que conduce a un movimiento articular inadecuado.
Fuerzas Externas	El cuerpo está posicionado para aceptar adecuadamente fuerzas externas al cuerpo (por ejemplo, peso, fricción, arrastre) de acuerdo con la estructura del cuerpo.	En el cuerpo entran fuerzas que no están de acuerdo con la estructura y función de este.
Producto	El trabajo aportado por las fuerzas internas se transfiere eficientemente al trabajo producido (por ejemplo, fuerzas de propulsión). Adaptaciones estructurales positivas (Crecimiento) Mayor velocidad	No tan eficiente Mayor riesgo de daño al tejido conectivo (adaptaciones estructurales negativas) Velocidad disminuida

Fuente: *Tomado y modificado de Gaines & Muscolino* (39)

El estrés y la tensión son producidos por cinco clases de carga que en su mayoría se aplican al hueso, sin embargo, algunas lesiones en los diferentes tejidos, su mecanismo de lesión incluye las fuerzas que a continuación se describen:

- **Compresión (Figura 4):** Es la aplicación de fuerzas en superficies opuestas sobre un objeto o tejido. Como efecto, esta fuerza es capaz de acortar y ensanchar una estructura sometida. Cuando el tejido no es capaz de absorber dicha fuerza, se produce la lesión. Es importante mencionar que la compresión constante ejercida durante un periodo de tiempo también puede producir lesión. Un ejemplo de fuerza de compresión se da cuando se comprime un balón, una pelota o un globo inflable. Las estructuras anatómicas como los discos intervertebrales son sometidas a cargas de compresión. En cuanto a las lesiones, se pueden provocar cambios artríticos en el cartílago, fracturas y contusiones (37, 40, 41).

Figura 4. *Diagrama de deformación por compresión*

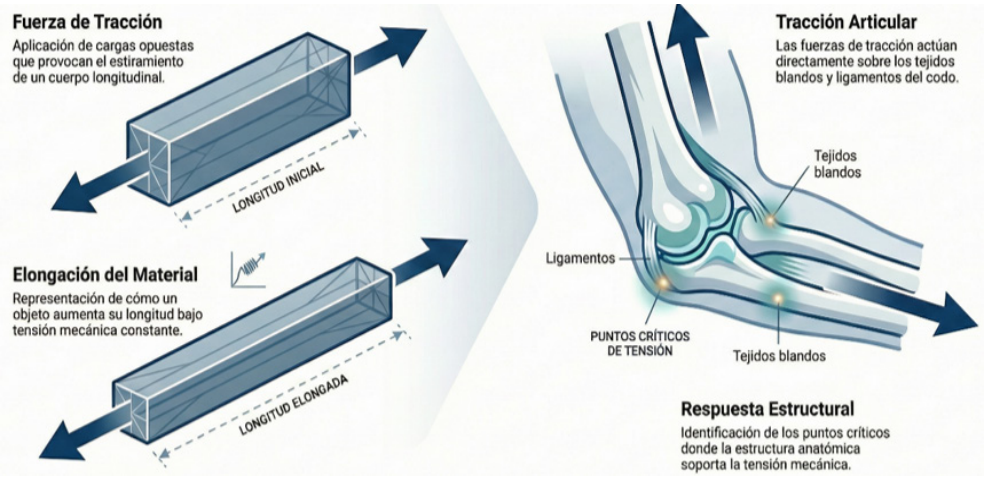


Nota. El objeto sometido a compresión se acorta, aprieta, se ensancha y se contrae.

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

- **Tracción (Figura 5):** Son fuerzas externas que, aplicadas a una estructura o tejido, este se alargará. El efecto de la carga de tracción es intentar separar la estructura, por lo cual, se alargará producto de la tensión de tracción y deformación. En cuanto a los tejidos, las lesiones de ligamentos o distensiones musculares son el producto del aumento de tensión (37, 40,41).

Figura 5. *Diagrama de deformación por tracción.*

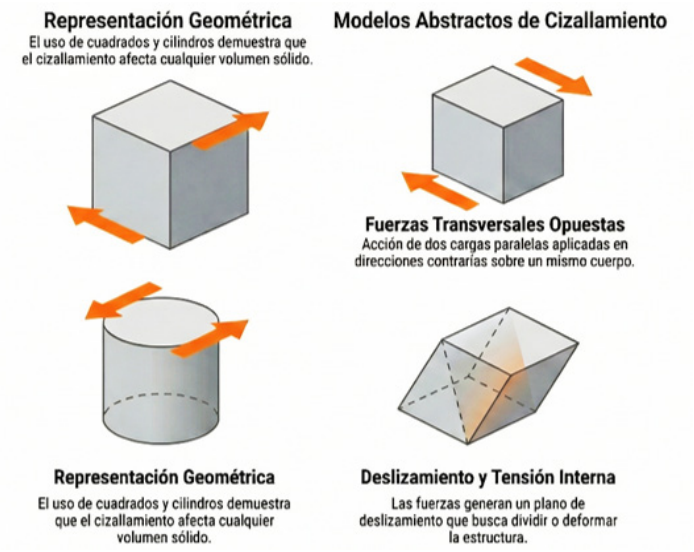


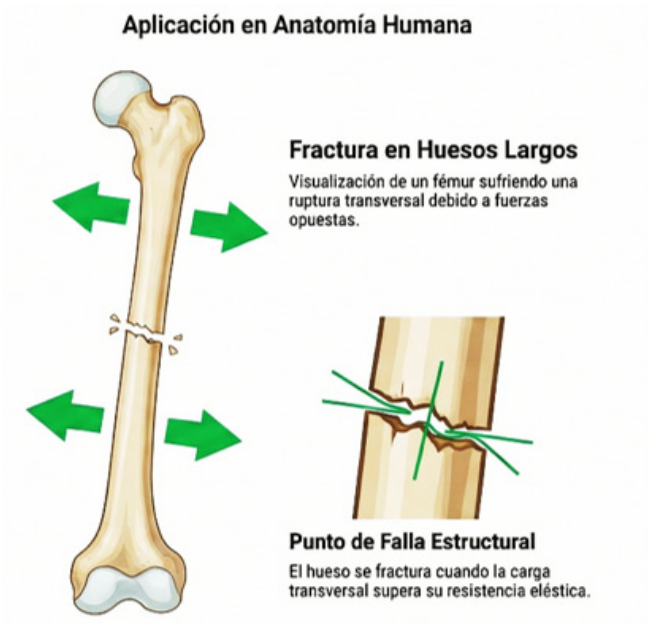
Nota. El objeto sometido a tracción se elonga, estira y separa.

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

- **Cizallamiento (Figura 6):** La carga de cizallamiento implica: a) fuerzas de traslación paralelas pero opuestas que producen una acción de corte o tijera en una estructura; y b) fuerzas de rotación (torques) paralelas pero opuestas que producen un movimiento de torsión. La lesión se da cuando el cizallamiento ha excedido la fuerza inherente de un tejido. Este tipo de carga puede producir lesiones dérmicas como abrasiones, ampollas o, lesiones en el disco intervertebral (37, 40, 41).

Figura 6. *Diagrama de deformación por cizallamiento.*



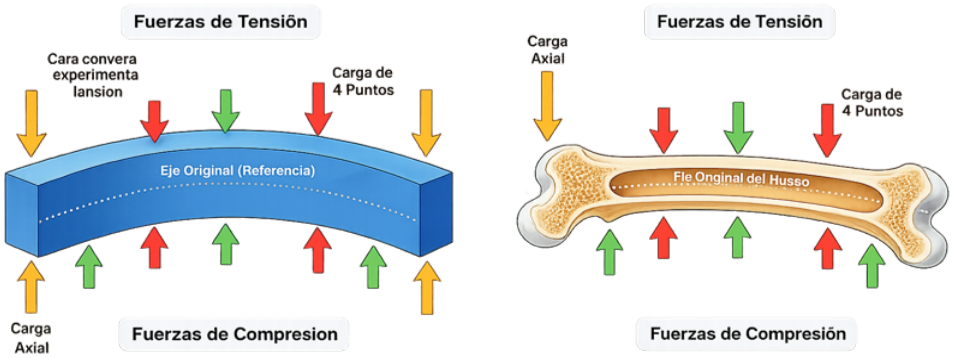


Nota. El objeto sometido a cizallamiento se corta, desgarra, rasga o se parte.

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

- **Flexión (Figura 7):** Este tipo de deformación ocurre cuando dos fuerzas actúan en los extremos opuestos de la estructura (4 puntos); cuando tres fuerzas causan flexión (3 puntos); o cuando una estructura ya arqueada está cargada axialmente. Independientemente del mecanismo, el eje original se mantiene y no sufre tensiones o deformaciones longitudinales, mientras que se produce deformación por compresión en el lado cóncavo (se acorta) y el lado convexo sufre deformación por tensión (se alarga) (37, 40, 41).

Figura 7. *Diagrama de deformación por flexión.*

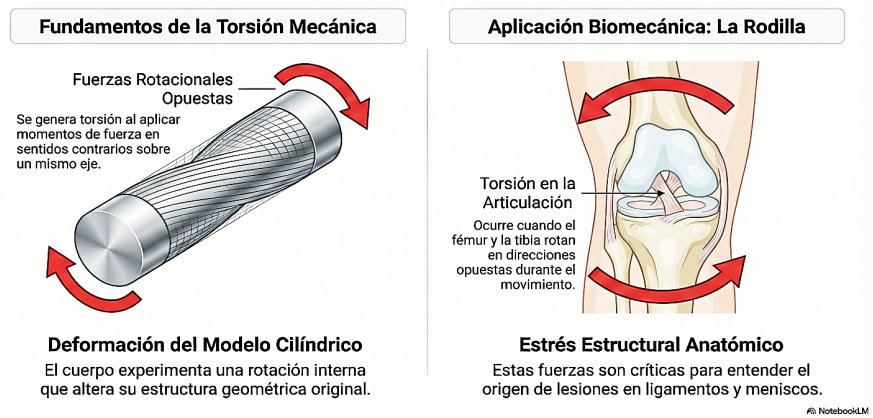


Nota. El objeto sometido a flexión se angula, curva o se inclina.

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

- **Torsión (Figura 8):** Las cargas de torsión son causadas por fuerzas rotacionales en direcciones opuestas aplicadas en los extremos opuestos de la estructura sobre su eje, provocando la aparición de fuerzas de cizallamiento cortante en toda la sección transversal de la estructura. Estas fuerzas aumentan conforme se alejan del eje de la estructura (37, 40, 41).

Figura 8. *Diagrama de deformación por torsión.*



Nota. El objeto sometido a torsión se tuerce, gira y sufre cizallamiento rotacional.

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

Tabla 5. *Diferentes tipos de carga*

Carga	Tipo de fuerza	Fuente	Tensión-deformación
Compresión	Presiona los extremos de la estructura o tejido para provocar su ensanchamiento y acortamiento.	Músculos, carga de peso, gravedad o fuerzas externas.	Esfuerzo máximo en el plano perpendicular a la carga aplicada.
Tensión	Estiramiento del tejido para provocar alargamiento y estrechamiento.	Por lo general, tirón del tendón del músculo en contracción.	Esfuerzo máximo en el plano perpendicular a la carga aplicada.
Cizallamiento	Fuerza aplicada paralela a la superficie, causando deformación interna en una dirección angular.	Aplicación de fuerza de compresión o tensión o fuerza externa	Esfuerzo máximo en el plano paralelo a la carga aplicada.
Carga en Flexión	Fuerza aplicada al hueso que no tiene soporte directo de la estructura.	Soporte de peso o múltiples fuerzas aplicadas en diferentes puntos del hueso.	Fuerzas máximas de tracción en la superficie convexa del miembro doblado y fuerzas máximas de compresión en el lado cóncavo
Torsión	Fuerza de torsión	Fuerza aplicada con un extremo del hueso fijo.	Esfuerzo de corte máximo tanto en el eje perpendicular como en el paralelo al hueso con fuerzas de tensión y compresión también presentes en un ángulo a través de la superficie.

Fuente: Tomado y Modificado de Hamill & Cols (42)

Respuesta Tisular a la Lesión Deportiva

El profesional de salud involucrado en los procesos de rehabilitación deportiva, debe contener unos cimientos de información que le ayuden a comprender los procesos fisiológicos que involucran la etiología y la fisiopatología que se desencadena en una lesión deportiva que afecta al sistema musculoesquelético, esto es debido a que el profesional será el responsable de diseñar, implementar y supervisar el programa de rehabilitación, el cual, tendrá como base las respuestas fisiológicas de los tejidos a la lesión y su proceso de curación (43).

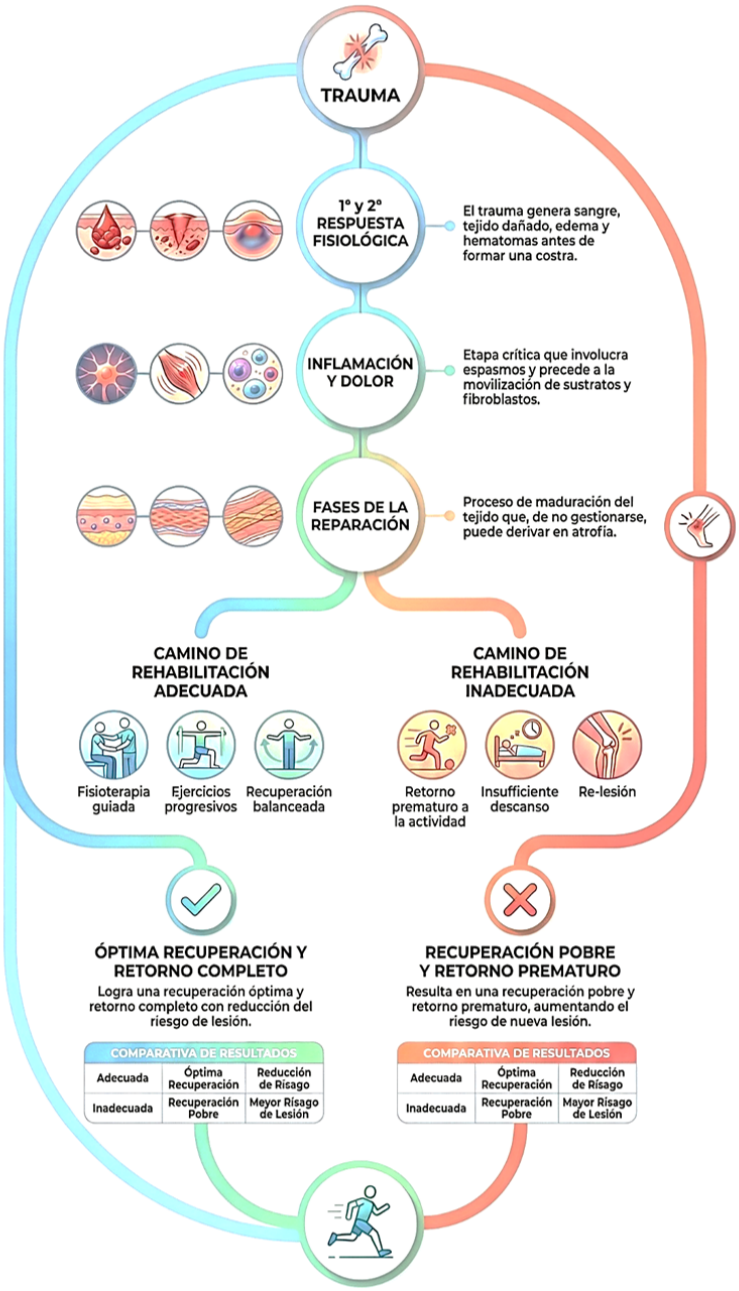
La Figura 8 representa el ciclo de la lesión deportiva, la cual permite al profesional obtener las bases de los programas de rehabilitación y comprender el proceso de curación.

Inicialmente cada tejido que sufre un trauma responde mediante una serie de respuestas fisiológicas descritas por unas fases con características secuenciales enmarcadas en un tiempo que de acuerdo con el manejo adecuado es predecible. Esta predicción tiene como referencia inicialmente los signos y síntomas, los cuales deben identificarse, medirse y clasificarse con el fin de monitorear su comportamiento. Estos procesos de curación constan de tres fases, las cuales se destacan porque, al ser tres momentos definidos, el inicio y final de cada al ser continuo se interponen unas con otras, sin un inicio ni culminación definidos (Figura 9).

Las tres fases consisten en:

- Fase I: Respuesta Inflamatoria
- Fase II: Reparación Fibroblástica
- Fase III: Remodelación/Maduración

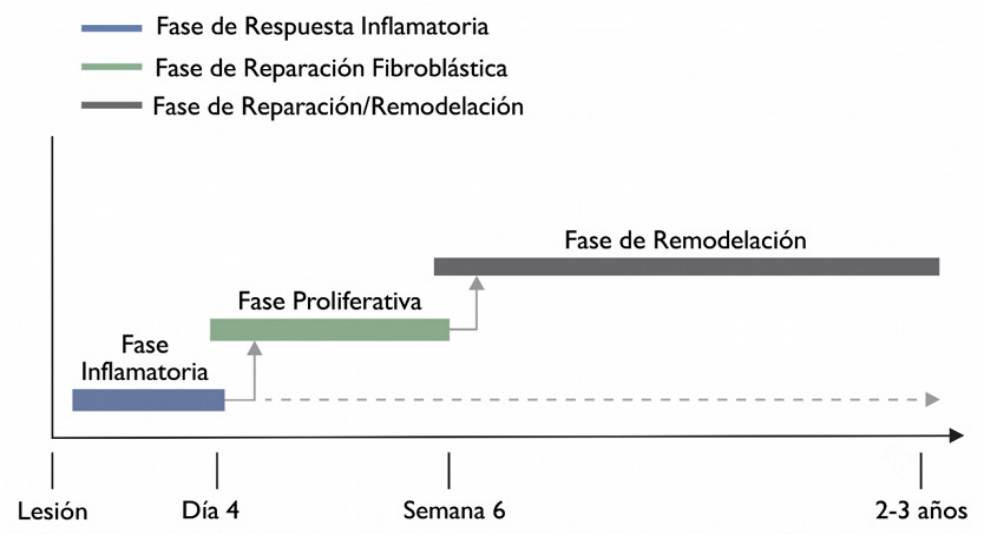
Figura 9. *Ciclo de la lesión deportiva*



Fuente: tomado y modificado de Prentice (47)) Imagen mejorada digitalmente utilizando [NotebookLM].

Las respuestas del cuerpo a una lesión es la inflamación dando como resultado la curación del tejido después de un proceso que abarca las tres fases mencionadas, en donde el tejido dañado es reemplazado asociado a la función de este. La respuesta inflamatoria es la misma independiente del lugar, el agente lesivo y el tejido afectado (44).

Figura 10. *Fases y tiempo del proceso de curación.*



Fuente: tomado y modificado de Bahr et al. (3)

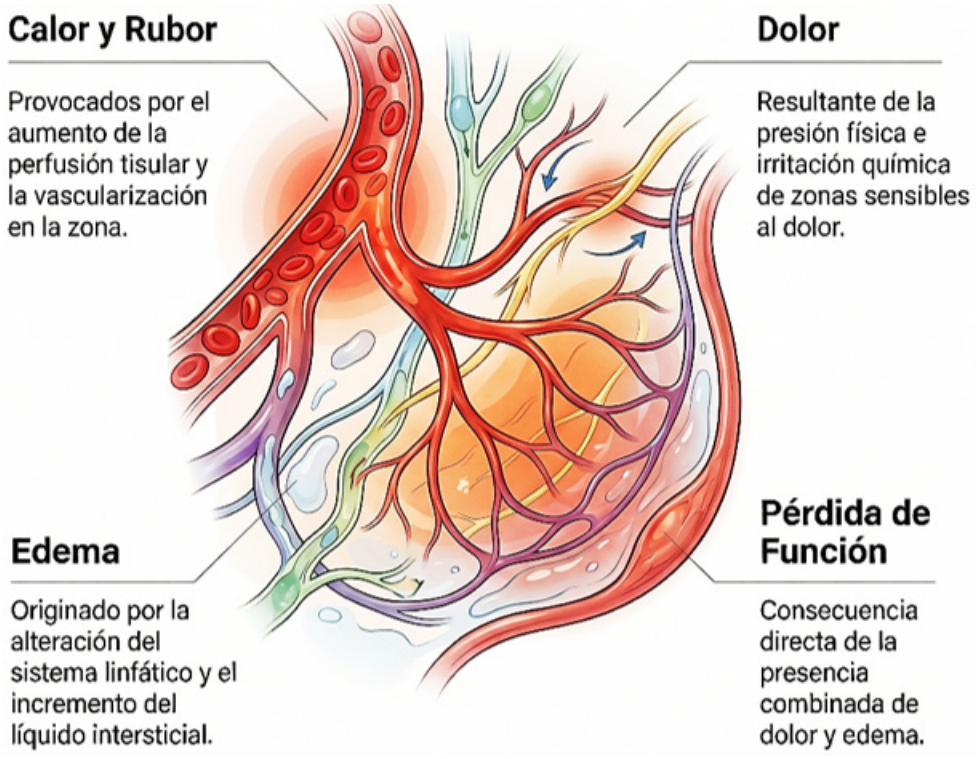
Inicialmente se da una ***Lesión Primaria*** producto del traumatismo que ocasiona el daño directamente a las células. Posteriormente, se da una ***Lesión Secundaria*** que es precipitada por la respuesta del cuerpo al trauma.

Fase I: Respuesta Inflamatoria

La Fase de respuesta Inflamatoria es un suceso de respuesta fisiológica inicial cuando se da un daño a cualquier tejido y, generalmente, esa respuesta tiene un proceso que dura 3 a 5 días, una vez el tejido sufre un daño o lesión (45). Este proceso inflamatorio transporta leucocitos y células de defensa a los sitios de lesión tisular con el fin de eliminar agentes agresores. Es en su naturaleza una respuesta protectiva importante para la supervivencia; ayuda a liberar al cuerpo de la etiología de la lesión y las consecuencias (células y tejidos necróticos). Sin el proceso inflamatorio no se podrían controlar las infecciones, no habría cicatrización tisular y existiría en los tejidos supuración constante. La defensa se encuentra conformada por leucocitos fagocíticos, anticuerpos y proteínas del complemento.

Estos elementos se encuentran circulando constantemente en la sangre en estado de reposo, pero a disposición permanente para un despliegue rápido hacia cualquier parte del cuerpo (46). Toda lesión tisular provoca una alteración del metabolismo y la liberación de mediadores químicos que inician la respuesta inflamatoria. Esta fase se caracteriza por presentar enrojecimiento, hinchazón, sensibilidad y dolor, aumento de la temperatura y alteración o perdida de la función (45,47).

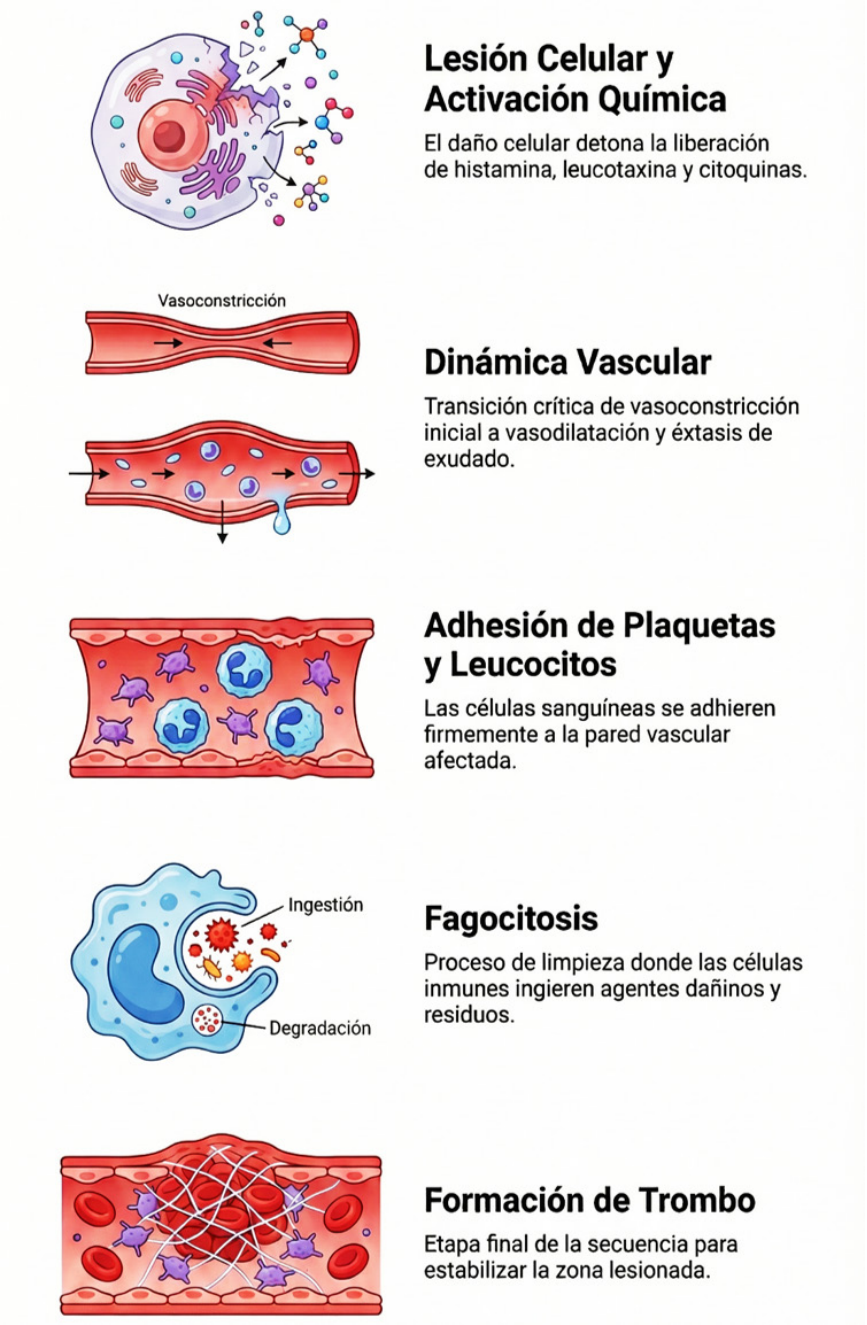
Figura 11. *Signos y Síntomas de la Inflamación*



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

- **Mediadores Químicos:** La respuesta inflamatoria involucra una interacción de mediadores químicos, los cuales son: *La histamina* se libera gracias a los mastocitos lesionados y su función es provocar vasodilatación y aumento de la permeabilidad celular, debido a la inflamación de las células endoteliales y luego a la separación entre las células (47). Los *leucotrienos* y *prostaglandinas* se encargan de la marginación en la que los leucocitos se adhieren a lo largo de las paredes celulares. Se encargan además de aumentar la permeabilidad celular local, afectando el paso de líquido, proteínas y neutrófilos a través de las paredes mediante diapédesis (*proceso en el que los glóbulos blancos o leucocitos atraviesan las paredes de los vasos sanguíneos para dirigirse a un foco de infección*) para formar exudado en los espacios extravasculares. La vasodilatación y la hiperemia permiten la formación de exudado (plasma) y el abastecimiento de neutrófilos al área lesionada. La cantidad de hinchazón producida está relacionada con el grado de permeabilidad vascular y daño vascular (47). *Las citocinas* contienen las quimiocinas y las interleucinas, las cuales son los principales reguladores del tráfico de leucocitos y ayudan a atraer fagocitos al lugar de la inflamación. La presencia de quimiocinas permite la migración de neutrófilos y macrófagos al sitio de la inflamación, en donde los neutrófilos alcanzan su punto máximo a las 6 horas y los macrófagos entre las 12 y 24 horas (47).
- **Hemostasia:** es una reacción vascular que implica espasmo vascular, formación de un tapón de plaquetas, coagulación sanguínea y crecimiento de tejido fibroso. La respuesta inmediata al daño tisular es una vasoconstricción de las paredes vasculares en los vasos que se alejan del sitio de la lesión y que dura alrededor de 5 a 10 minutos. La vasoconstricción presiona los revestimientos de la pared endotelial opuesta para producir una anemia local que es rápidamente reemplazada por hiperemia del área como resultado de la vasodilatación (43).

Figura 12. *Secuencia de la respuesta inflamatoria*



Fuente: Tomado y Modificado de Prentice (47)

- **Formación de Trombo:** Cuando se lesiona un vaso sanguíneo, se altera el endotelio y las fibras de colágeno quedan expuestas, de esta manera, las plaquetas pueden adherirse a las fibras de colágeno y se crea una matriz pegajosa en la pared vascular a la que también se adhieren leucocitos formando un tapón. La función del tapón es obstruir el drenaje local del líquido linfático. Antes de la formación del trombo, se produce un evento de cascada en el cual se convierte el fibrinógeno en fibrina. El evento comienza con la liberación de una molécula de proteína llamada tromboplastina derivada de la célula dañada. La tromboplastina provoca que la protrombina se convierta en trombina y a su vez induce la transformación del fibrinógeno en un coágulo de fibrina de características pegajosas que interrumpe el suministro de sangre al área lesionada. Aproximadamente pasadas 12 horas de la lesión inicia la formación del coagulo y finaliza a las 48 horas. A raíz de este proceso, el área de la lesión queda cubierta, permitiendo que los leucocitos fagociten los desechos extraños, preparando el escenario para la fase fibroblástica.

Fase II: Reparación Fibroblástica

Durante esta fase, la actividad proliferativa y regenerativa de la formación de cicatriz y la reparación del tejido lesionado, sigue los procesos vasculares y exudativos de la inflamación. Durante la fase de reparación fibroblástica de la cicatrización, la reparación fibroblástica conduce a la formación de cicatrices y a la reparación del tejido lesionado siguiendo los fenómenos vasculares y exudativos de la inflamación. El período de formación de cicatriz (fibroplasia) comienza dentro de las primeras horas después de la lesión y puede durar entre cuatro y seis semanas. Durante este período, muchos de los signos y síntomas asociados con la respuesta inflamatoria disminuyen. A medida que la formación de cicatrices progresa, las quejas de sensibilidad o dolor desaparecen gradualmente. Durante esta fase, el crecimiento de botones capilares endoteliales en la herida es estimulado por la falta de oxígeno, después de lo cual la herida es capaz de cicatrizar aeróbicamente. Junto con un mayor suministro de oxígeno, hay un aumento en el flujo sanguíneo, que proporciona nutrientes esenciales para la regeneración de tejidos en el área (48). Esta fase se caracteriza por la acumulación de grandes cantidades de células endoteliales, miofibroblastos y fibroblastos. Los miofibroblastos y los fibroblastos se organizan en forma perpendicular a los capilares, dando lugar a la formación de un tejido de granulación inmaduro. Estas células producen una red extracelular que se compone inicialmente de glucosaminoglicanos y proteoglicanos, los cuales conforman el colágeno y la elastina. Hacia el día

6 o 7, los fibroblastos empiezan a producir fibras colágenas que se depositan aleatoriamente en la cicatriz en formación. A medida que el colágeno crece, la resistencia de la herida a la tracción aumenta rápidamente en proporción al ritmo de síntesis de colágeno. A medida que aumenta la resistencia a la tracción, el número de fibroblastos disminuye, esto es un indicio de que la fase de maduración inicia (49, 50).

Fase III: Maduración y Remodelación

Es una fase que abarca un proceso de larga duración. En esta fase se dan procesos de remodelación donde en el tejido se organiza la dirección de las fibras de colágeno para dar lugar a un tejido que pueda resistir fuerzas que son necesarias para la función. Este proceso puede llegar a tardar hasta 2 años, teniendo en cuenta el tipo de tejido afectado (51). Implica una disminución de las fibras de colágeno tipo III y un aumento de las fibras tipo I. La degradación y síntesis continua del colágeno se da gracias a un aumento constante de la resistencia a la tracción de la matriz cicatricial, así como una disminución de los capilares en la cicatriz (47). El aumento de la tensión y el estrés, generado por el ejercicio resistido progresivo, provoca que las fibras de colágeno se alineen en una posición de máxima eficiencia paralela a las líneas de tensión. El tejido va tomando una apariencia normal que se corresponde con la función de este. Aproximadamente hacia la tercera semana se podrá identificar una cicatriz firme, fuerte, contraída y avascular (47).

La Biología como Determinante Clínico

Aunque la temporalidad de la lesión y sus tiempos de respuesta a la misma son sumamente importante en el conocimiento profesional, el éxito del proceso de rehabilitación radica en converger la progresión terapéutica con la capacidad real del tejido para tolerar la carga mecánica (8). Esto se debe a que si bien la rehabilitación es una carrera contra el tiempo entre la curación biológica y el riesgo al fallo estructural (52, 53).

Cada tejido posee un ritmo biológico propio que debe dictar los criterios de la rehabilitación.

1. **Reglas del Dolor:** Es un sistema de realimentación inmediato. Si el dolor aparece tras el ejercicio, pero no desaparece con el calentamiento al día siguiente, se mantiene la carga. Si el dolor persiste, se debe retroceder un nivel en la progresión.

2. **Control de inflamación:** La inflamación articular es un indicador de progresión. Por medio de un desplazamiento de una ola de fluido, se gradúa la inflamación de 0 a 3+. Una calificación de 2+ o 3+ indica que el estrés mecánico ha superado la capacidad de absorción biológica de la articulación y exige una reducción inmediata de la actividad.

Tabla 6. *Graduación clínica del edema intraarticular de rodilla*

Grado	Resultado
0	No se produce ninguna onda con una carrera descendente
Trazo	Pequeña ola en el lado medial con un movimiento descendente
1+	Protuberancia más grande en el lado medial con trazo descendente
2+	El derrame regresa espontáneamente al lado medial después de un movimiento ascendente (no es necesario un movimiento descendente).
3+	Tanto líquido que no es posible mover el derrame fuera de la cara medial de la rodilla.

- **Déficit de Fuerza e Inhibición:** Previo a un trote, se exige una contracción isométrica máxima voluntaria del cuádriceps. Un concepto fundamental es la inhibición muscular artrogénica. Mediante un estímulo eléctrico externo, se busca identificar si aumenta la fuerza durante una contracción voluntaria, lo que conlleva una inhibición neurológica. Una inhibición >5% se considera un bloqueo neurofisiológico que debe resolverse antes de considerar al tejido listo para cargas dinámicas.

Tabla 7. *Matriz de Respuesta Tisular y Criterios de Progresión*

Tejido	Fase Crítica de Curación	Alerta Roja (Detener)	Alerta Amarilla (Precaución)	Alerta Verde (Avanzar)
Músculo	Inflamatoria / Proliferativa (0-14 días)	Dolor agudo al estiramiento pasivo o contracción.	Soreness que cede con el calentamiento.	Contracción isométrica e isotónica indolora.
Tendón	Remodelación (3-6 semanas)	Crepitación, calor local o dolor nocturno persistente.	Dolor que no aumenta tras 24h de la carga.	MVIC >80% vs. contralateral [2].
Ligamento	Maduración (Hasta 1 año)	Inestabilidad clínica o laxitud recurrente.	Efusión articular persistente (>1+ en Stroke Test).	Simetría en pruebas funcionales >85% [4].
Hueso	Consolidación (5-12 semanas)	Dolor punzante durante la carga de peso.	Sensibilidad focal a la palpación.	Callo óseo visible en estudios de imagen.

Fuente: Biscioti (54)

El Retorno al Deporte (RTP por sus siglas en inglés) consiste en un proceso escalonado que consiste en el retorno a la actividad, Retorno al Deporte, Retorno al Juego y retorno a la competición, lo que requiere tomar decisiones finales. Una estrategia es el uso del marco StARRT (Strategic Assesment of Risk and Risk Tolerance), a partir de los siguientes pasos:

1) **Paso 1: (Salud del Tejido):**
   a. ¿Ausencia de inflamación (Stroke Test < 1+)?
   b. ¿Fuerza del cuádriceps ≥80% comparado con el miembro sano?
   c. ¿Rango de movimiento completo y funcional?
2) **Paso 2: Riesgo de la Actividad (Factores del Deporte)**
   a. ¿Superó el deportista los hitos de carga específicos (ej. Hop Tests > 85%)?
   b. ¿Muestra el atleta confianza psicológica y ausencia de kinesiofobia?
3) **Paso 3: Tolerancia al Riesgo**
   a. ¿Se ha consensuado el riesgo con el equipo técnico y el atleta?
   b. ¿El beneficio competitivo supera el riesgo potencial de relesión?

Tabla 8. *Retorno al Deporte (RTP) y Tolerancia a la Carga*

Disciplina	Patología Específica	Criterios De Tolerancia Tisular A La Carga	Progresión Funcional Para Rtp
Tiro con Arco (55, 56)	Pinzamiento de hombro / Epicondilitis	Tolerancia a la carga isométrica del arco (*drawing weight*) sin fatiga del trapecio inferior/medio.	Reposo (7-10 días) → Estiramiento → Fortalecimiento escapular → Corrección de técnica de tiro.
Atletismo (Saltos) (57, 58)	Tendinopatía Patelar / Fractura por estrés	Capacidad del tendón para absorber energía elástica en aterrizajes "rígidos". Simetría en salto broad jump.	Estabilización de core → Pliometría progresiva → Técnica de aterrizaje con mayor flexión de rodilla.
Atletismo (Carrera) (59, 60)	Tendinopatía de Aquiles	Tolerancia del tendón a cargas excéntricas rápidas (6-14 veces el peso corporal). Ausencia de rigidez matutina.	Reposo relativo → Carga progresiva → Simetría en Y-Balance Test y Hop Test (>90%).
Atletismo (Lanzamientos) (61, 62)	Lesiones SLAP / UCL (Codo)	Tolerancia del complejo bíceps-labrum a las fuerzas de distracción y desaceleración excéntrica.	Fase aguda (protección) → Intermedia (fortalecimiento específico) → Advanced Thrower's Ten.
Baloncesto (63, 64)	Inestabilidad crónica de tobillo	Capacidad del ligamento lateral para estabilizar en cambios de ritmo rápidos (anaeróbico láctico).	Entrenamiento neuromuscular → Taping/Bracing → Drill de contacto progresivo.
Ciclismo (65, 66)	Lumbalgia / Conmoción cerebral	Resistencia de los multífidos y transverso abdominal a la postura sostenida en potencia.	Evaluación SCAT-5 → Reposo cognitivo → Re-acondicionamiento en rodillo → Retorno al pelotón.
Fútbol (Élite) (67, 68)	Desgarro Isquiotibial / Pubalgia	Capacidad del tejido cicatricial para resistir sprints máximos y frenado brusco (fuerza excéntrica).	Progresión F-MARC → Sprint submaximal → Alta competitiva basada en hitos (no tiempo).
Balonmano (69)	Lesiones de rodilla (LCA)	Estabilidad dinámica en pivoteo. Tolerancia a la carga de impacto en saltos y empujes (contacto).	IPEP (IPEP program) → Propiocepción en aterrizaje → Retorno a juego sin contacto → Juego total.
F1 / Motor (70, 71)	Cervicalgia / Tendinopatía Antebrazo	Capacidad muscular para contrarrestar fuerzas G (3-6G). Tolerancia a vibraciones mecánicas.	Manejo de puntos gatillo → Ejercicios de resistencia elástica → Simulación → Carrera.
Rugby (72, 73)	Conmoción / Luxación de hombro	Tolerancia psicológica al impacto. Capacidad del manguito rotador para resistir el tacleo.	Protocolo HIA/GRTP → Técnica de tacleo (cabeza baja/cintura) → Contacto total.

Disciplina	Patología Específica	Criterios De Tolerancia Tisular A La Carga	Progresión Funcional Para Rtp
Tenis (74, 75)	GIRD / Epicondilitis ("Codo de Tenista")	Integridad de la cadena cinética: transferencia de energía desde miembros inferiores hasta el hombro.	Control de dolor (LHB) → Rehabilitación de cadena cinética → Reintroducción de saque/volea.
Voleibol (76, 77)	Jumper's Knee / Lesión de dedos	Tolerancia del tendón patelar en superficies duras. Control neuromuscular en el "spike jump".	Ciclo SSC (Estiramiento-Acortamiento) → Sentadilla excéntrica en declive → Entrenamiento pliométrico.
Waterpolo (78, 79)	Inestabilidad de hombro / Conmoción	Tolerancia al lanzamiento a 80 km/h. Resistencia de la cadera en la "patada de batidora" (eggbeater).	Fortalecimiento de rotadores → Entrenamiento de elevación del agua → Simulación de lucha/tacleo.
Lucha (80)	Lesión de codo / spondilolistesis	Tolerancia del tejido a cargas isométricas extremas y torsión articular bajo estrés anaeróbico.	Reposo funcional → Rehabilitación específica de lucha → Control de peso/hidratación.

Manejo Inicial de las Lesiones: Evolución Conceptual

Las lesiones de tejidos blandos resultan ser complejas debido a su proceso fisiológico, el cual comprende una secuencia y que acciones externas terapéuticas mal programadas, podrían poner en riesgo una recuperación adecuada. Como se ha explicado, cualquier lesión o daño que sufra un tejido desencadenara una respuesta inflamatoria de manera inmediata y se acompaña tanto de signos como de síntomas. El proceso inflamatorio es esencial para que se inicie la remodelación y reparación de los tejidos. Complicaciones como un sangrado excesivo y el edema pueden retrasar la recuperación y provocar daño isquémico secundario a los tejidos adyacentes (81). Lo anterior condiciona a los profesionales de la salud, especialmente los relacionados con el deporte a realizar manejo agudo de las lesiones deportivas con el objetivo de prevenir el sangrado excesivo y el edema, además de controlar el dolor y por último, propugnar por un retorno pronto a la actividad deportiva.

Tradicionalmente las intervenciones han sido guiadas por siglas que establecen acciones precisas pero que requieren de entendimiento, debido a que cada proceso, cada lesión, cada individuo tiene sus particularidades.

A través de los años las intervenciones y sus siglas han evolucionado de ICE a RICE, posteriormente de progresa a PRICE y a POLICE. Por último, las intervenciones sugieren un proceso catalogado en PEACE & LOVE.

Aunque son conocidas, las siglas ICE, RICE y PRICE se centraban en el tratamiento agudo, no prestando atención a los procesos subagudos y crónicos en la curación del tejido. No obstante, las siglas POLICE y PEACE & LOVE permiten una continuidad en la intervención con el objeto de mantener el proceso de rehabilitación.

A continuación, se hará una descripción de los protocolos que inicialmente se utilizaron para el manejo agudo de las lesiones deportivas:

a. **ICE:** sus siglas hacen referencia a la aplicación de Hielo, Compresión y Elevación. Esta estrategia se basa en ayudar a disminuir el sangrado y la inflamación posterior a la lesión. La estrategia ICE tuvo gran popularidad en los años 70, sin embargo, la eficacia ha sido cuestionada por algunos estudios que establecen que la aplicación del hielo o el frio, podría retrasar la curación y tener efectos adversos.

b. **RICE:** (Reposo, Hielo, Compresión y Elevación) con respecto a la anterior, se incluye el reposo con el objeto de proteger las estructuras afectadas y evitar que se agraven. Para esta estrategia, se evitaba el movimiento en la zona afectada hasta que haya disminuido el dolor por completo. Esta estrategia fue propuesta por el medico deportivo Gabe Mirkin en 1978, en su libro "The Sport Medicine Book". El mismo autor, más tarde en el 2014, reconoce que el reposo prolongado y el hielo generan alteraciones negativas en el proceso de recuperación.

c. **PRICE:** (Protección, Reposo, Hielo, Compresión y Elevación) Esta estrategia tuvo auge en los años 80 y 90, como una evolución del RICE. Aquí se enfatiza la protección de la zona lesionada con vendajes, férulas o ayudas externas como muletas. Lo que pretendía esta estrategia era evitar el movimiento excesivo que pudiese dañar aún más el tejido ya lesionado. Esta estrategia ha sufrido las mismas críticas que su antecesora.

La crioterapia o el uso del hielo con fines terapéuticos, ha sido reconocida como parte integral de la medicina física, la fisioterapia y la medicina deportiva durante varias décadas. A pesar de su uso y reconocimiento, existe controversia sobre su uso. Algunos investigadores sostienen, por medio de revisiones sistemáticas, que no existe evidencia suficiente que apoye clínicamente su uso; otros autores manifiestan que el efecto de la crioterapia en las lesiones agudas

tratadas con mayor frecuencia no ha sido aclarado totalmente (82), debido a múltiples factores que afectan la aplicación óptima en el contexto deportivo (83). Adicional a lo anterior, el uso en las diferentes etapas de la recuperación es variada; inicialmente, la fase inflamatoria aguda, puede influenciarse por la crioterapia al disminuir la formación de edema por medio de la vasoconstricción y reducir el daño hipóxico secundario al reducir la demanda metabólica de los tejidos blandos; adicionalmente, se cree que la disminución de la temperatura de la piel, por debajo de los 15°C se da un efecto analgésico localizado al inhibir la velocidad de conducción nerviosa (84).

La crioterapia es generalmente aceptada, relativamente segura, es tolerada y se ha demostrado asociación con una velocidad de conducción nerviosa reducida, un umbral de dolor más alto permitiendo una mejor tolerancia al dolor (56).

La crioterapia aún es útil y su aplicación se basa más en la disminución del dolor que en limitar la degradación tisular. La analgesia inducida por el frío a nivel local requiere una reducción de la temperatura a por lo menos 15 a 13°C, pero solo de la piel y no de los tejidos profundos (86). Para poder reducir la temperatura al nivel profundo se debe aplicar crioterapia con hielo triturado en una bolsa que permita adaptarse al contorno de la extremidad durante 5 a 15 minutos.

Esto lleva a resaltar que las perspectivas actuales sobre las estrategias de intervención aguda en lesiones deportivas han evolucionado, incluyendo actividades importantes como lo propone tanto POLICE como PEACE & LOVE, las cuales se describirán a continuación, como estrategias que incluyen factores subagudos y crónicos de las lesiones y el proceso de recuperación.

POLICE: (Protección, Carga Óptima, Hielo, Core y Educación)

En 2012, Bleakley et al. (87), acuñaron el acrónimo "POLICE" para un nuevo enfoque para tratar lesiones deportivas porque creían que el "PRICE" necesitaba una actualización. Quitaron la "R", que significaba descanso, porque la evidencia mostraba que, con muchas lesiones deportivas, alguna actividad podía mantenerse e incluso ser beneficiosa (87). Lo reemplazaron por "OL" (carga óptima). De ahí que el descanso absoluto solo promovió la atrofia y el entrenamiento cruzado ayuda a mantener la forma física (88).

Protección (P)

La inmovilización es necesaria pero breve para evitar la distensión excesiva, reducir el hematoma y minimizar el tamaño de la cicatriz del tejido conectivo. La protección se logra por medio de yesos, férulas, órtesis, vendajes o ayudas

externas, de acuerdo con la necesidad y la lesión sufrida. La inmovilización prolongada tiene un efecto perjudicial sobre la curación de los tejidos blandos, provocando rigidez articular, cambios degenerativos, osteopenia, atrofia muscular y pérdida de fuerza (81).

Carga Óptima (OL)

la carga temprana o precoz, usada en el ejercicio resistido progresivo, presenta una variedad de efectos beneficiosos de fuerza, morfológicos y funcionales en la regeneración del tejido y en el sistema neuromuscular. La carga óptima se define como la carga aplicada a las estructuras que maximiza la adaptación fisiológica y restaura la función a través de diversos mecanismos celulares y neuronales (89). Esta estrategia ha permitido tener beneficios como la mejor de la función subjetiva en articulaciones, disminución de la inflamación, retorno a la actividad, el trabajo o la participación deportiva, así como también la capilarización y la regeneración de fibras musculares y permite una orientación en paralelo de las miofibrillas que están en recuperación (81). Otros objetivos de la carga óptima son la de ayudar a la organización del colágeno y mejorar la resistencia a la tracción, aumentar la rigidez de la unidad miotendinosa y mejorar el control motor (82). La aplicación de carga óptima debe considerar variables de prescripción, que permiten lograr aplicar una carga o resistencia adecuada y no generar daños adicionales como la duración, la frecuencia, intensidad y dirección de la carga, favoreciendo no solo la recuperación de los tejidos, sino también adaptaciones que conducen a un mejor aprendizaje motor y la eficiencia del movimiento. Las pequeñas variaciones de la carga proporcionan protección a los tejidos contra la sobrecarga y un mejor efecto mecanotransductor mediante una estimulación más amplia de los mecanorreceptores (81).

Conocer y entender el comportamiento de las estructuras en el proceso de curación permite de manera prudente, progresar en la rehabilitación. La carga óptima sigue el principio de Adaptaciones Especificas a las Demandas Impuestas (SAID por sus siglas en inglés), el cual establece que cuando el cuerpo está sujeto a tensiones y sobrecargas de diferentes intensidades, se adaptará gradualmente para superar cualquier exigencia que se le imponga y, al hacerlo, minimizará el potencial de lesiones (90). Este principio se puede explicar a partir de tres leyes:

1. **Ley de Wolff:** Esta ley se aplica especialmente al tejido óseo. Descrita por el anatomista alemán Julius Wolff (1836-1902), que fue quien formuló la teoría del desarrollo óseo, denominada Ley de Wolff, estableciendo que “todo cambio en la forma y función de un hueso o de su sola función va

seguido de ciertos cambios definitivos en su arquitectura interna y de una alteración secundaria igualmente definida en su conformación externa, de acuerdo con leyes matemáticas". Los cambios adaptativos son máximos en el hueso en crecimiento y disminuyen con el envejecimiento, pero aún ocurren con el uso mecánico. El tejido óseo se repara a sí mismo y puede alterar sus propiedades y configuración en respuesta a una demanda mecánica (42). Esto quiere decir que la ley se refiere al crecimiento y remodelación de los huesos y cómo estos a su vez se adaptan a las cargas que soportan en las diferentes actividades diarias o deportivas del individuo y que la densidad y la orientación de los huesos, son proporcionales al estrés que experimentan.

2. **Ley de Hooke:** Esta ley establece que las características de carga de los materiales elásticos son similares a las de un resorte. Esto fue observado por Robert Hooke (1635-1703). Al igual que los resortes, los materiales elásticos tienen la capacidad de almacenar energía potencial cuando se someten a cargas aplicadas externamente. Durante la descarga, es la liberación de esta energía la que hace que el material recupere su configuración no deformada. Un resorte sometido a una carga que haga que se alargue y ese alargamiento será proporcional a la carga aplicada (91).

3. **Ley de Davis:** Esta ley, así como la de Wolff es el punto clave de las progresiones funcionales. Esta ley fue descrita por Henry Gassett Davis (1807-1896), quien fue un cirujano ortopédico estadounidense, quien fue reconocido por su trabajo en el desarrollo de métodos de tracción. Esta ley establece que los tejidos blandos pueden sanar de acuerdo con la forma en que se les aplica tensión (92). Esto significa que el tejido debe estresarse progresivamente para poder soportar una fuerza determinada. En un proceso de rehabilitación, es importante que el tejido esté sometido a tensión o cargas para que este a su vez se prepare para soportar posteriormente a la recuperación, las exigencias del deporte.

Hielo (I)

La base del uso inicial de la crioterapia es la disminución del flujo sanguíneo superficial con el fin de prevenir hemorragias, así como también la disminución de la respuesta hipóxica de la lesión al disminuir el metabolismo celular. No obstante, la mayoría de las lesiones presentan una coagulación en pocos minutos y la crioterapia generalmente no se aplica durante 5 a 10 minutos después de la lesión. Por lo anterior, la crioterapia no puede prevenir la hemorragia, aunque si puede reducir la lesión hipóxica, previniendo así la formación de edema.

La crioterapia también ayuda a disminuir el dolor y demás efectos descritos anteriormente. El tiempo de aplicación de la crioterapia debe responder a dos factores: *uno* es que tan profundo deseo un efecto, teniendo en cuenta que los tejidos más profundos se enfrían por medio de la conducción posterior que los tejidos superficiales se enfríen, lo que lleva a establecer un tiempo más largo de aplicación y; *dos*, es que tanto quiero enfriar el tejido, ya que existe una relación directa entre la temperatura del tejido y el consumo de oxígeno, lo que establece que a menor temperatura en los tejidos, se reducen las necesidades metabólicas de la célula, lo que conduce a menor daño hipóxico (93).

Compresión (C)

El uso de la compresión en los tejidos blandos radica en aumentar los gradientes de presión en el sistema venoso y linfático, de esta manera poder contrarrestar el edema. La compresión se puede lograr por medio de vendas elásticas, vendas rígidas y, en combinación con el hielo, con el objeto de disminuir la temperatura del tejido (81). El vendaje elástico permite una presión firme y continua sobre la lesión para controlar el edema y la inflamación. Dentro de las estrategias de compresión en conjunto con la aplicación de crioterapia, se recomienda el uso en las primeras 72 horas.

Elevación (E)

La elevación de una extremidad por encima del nivel del corazón produce una disminución de la presión hidrostática y posteriormente, la reducción de la acumulación de líquido intersticial (81). La elevación ayuda a las venas que drenan sangre y otros fluidos del área lesionada y los devuelven al sistema circulatorio central. Cuanto mayor sea el grado de elevación, mayor será la reducción de la inflamación. Las primeras 72 horas son importantes en la aplicación de hielo, compresión y elevación.

La estrategia POLICE, descrita anteriormente de cada una de sus siglas, se ha utilizado durante mucho tiempo para tratar las lesiones deportivas. No obstante, se ha propuesto una nueva estrategia denominada PEACE & LOVE, la cual, propone dos momentos en la lesión:

- **PEACE:** Busca evitar el uso de antinflamatorios con la letra "A", debido a que estos pueden interferir en el proceso de curación y tener efectos secundarios negativos. Lo que podría reemplazarse con modalidades terapéuticas como la crioterapia y la termoterapia para disminuir el dolor y la inflamación. Adicionalmente, se evita el reposo prolongado y se reanuda la actividad física lo antes posible, de manera resistiva y

progresiva, que no cause dolor. Esto permitirá mantener la movilidad y la fuerza muscular, y estimular la circulación sanguínea y el suministro de nutrientes al tejido lesionado.

- **LOVE:** Enfatiza la importancia de optimizar la carga y activas mediante el ejercicio resistido progresivo, el área lesionada. Esto permitirá que el tejido se adapte y se fortalezca, para que así se prevengan las recaídas o las complicaciones a largo plazo. Adicionalmente, destaca el papel de la educación y la vascularización. La educación pretende informar al paciente sobre el mecanismo y el pronóstico de la lesión, informar las estrategias para afrontar el dolor y el estrés. La vascularización se refiere a la aplicación de técnicas como el masaje o la terapia manual para mejorar el flujo sanguíneo y el drenaje linfático en el área lesionada.

A continuación se realizará una descripción del acrónimo PEACE & LOVE, iniciando, como establecen los autores, donde plantean que una lesión debe inicialmente tener Paz (PEACE).

i. ***Proteger* (P):** Restringir el movimiento de 1 a 3 días, lo que permitirá disminuir el sangrado, prevenir la distensión de las fibras lesionadas y reducir el riesgo de agravar la lesión (94).

ii. ***Elevar* (E):** Elevar la extremidad por encima del nivel del corazón y así promover el flujo de líquido intersticial fuera de los tejidos.

iii. ***Evitar Medidas Antiinflamatorias* (A):** El proceso de reparación, junto con sus fases inflamatorias, son fundamentales en el proceso de reparación tisular. La inhibición de la inflamación mediante medicamentos puede afectar negativamente la curación del tejido a largo plazo.

iv. ***Comprimir* (C):** Con la presión mecánica externa, por medio de los diferentes tipos de vendajes, se podrá ayudar a limitar el edema intraarticular y la hemorragia tisular.

v. ***Educar* (E):** Los profesionales que están al frente de un proceso de rehabilitación, deben educar a los pacientes sobre los beneficios de un enfoque de rehabilitación activa en la recuperación. Las modalidades pasivas como las técnicas para alivianar el dolor y la inflamación no tendrán efectos significativos a mediano plazo. La educación sobre la dosis, la carga también ayudara a sobrecargar la zona lesionada, evitando así su adecuada recuperación.

Posterior a los primeros días de la lesión, especialmente las primeras 72 horas o 3 a 4 días, una lesión requiere de amor (LOVE).

i. ***Carga* (L):** A través del enfoque activo de la rehabilitación, por medio del ejercicio y el movimiento, se obtendrá beneficios en la mayoría de los pacientes. El tejido lesionado debe someterse a estrés mecánico progresivo precoz y reanudar las actividades normales tan pronto como los síntomas lo permitan. La carga mecánica aplicada, que no genere dolor, podrá ayudar a promover la reparación, la remodelación y el desarrollo de la tolerancia de los tejidos y la capacidad de los tejidos blandos (Tendones, músculos, ligamentos) de soportar cargas, a través de la mecanotransducción.

ii. ***Optimismo* (O):** las nociones de optimismo implantada en el paciente tienen relación con resultados positivos y un adecuado pronostico. Los factores psicológicos como la depresión y el miedo pueden representar barreras para la recuperación.

iii. ***Vascularización* (V):** La actividad que estimule al sistema cardiovascular se convierte en la piedra angular en el tratamiento de rehabilitación deportiva. La actividad dinámica, con estimulo cardiovascular promueve el flujo sanguíneo a las estructuras lesionadas.

iv. ***Ejercicio* (E):** El ejercicio físico, junto con lo expuesto anteriormente, permite restaurar la movilidad, la fuerza y la propiocepción temprana posterior a la lesión. Es importante la prescripción del ejercicio, para obtener dosis adecuadas de ejercicio, que evite la aparición de dolor y así garantizar la reparación continua.

Clasificación de las Lesiones Deportivas

Las lesiones deportivas pueden impactar la funcionalidad del deportista, comprometiendo la movilidad y la estabilidad del movimiento, limitando la participación del deportista tanto en los entrenamientos como en la competencia, así como también las actividades de la vida diaria.

La apropiación de la anatomía y el mecanismo de lesión provee al profesional herramientas que, junto a su valioso conocimiento previo, se podrá realizar un examen pertinente. A partir de un abordaje sistemático por medio de una completa y detallada historia clínica, permitirá ahondar en los requisitos para catalogar una lesión como aguda o crónica:

Lesiones Agudas: este tipo de lesiones ocurren debido a una carga aplicada súbitamente, un estiramiento excesivo in situ o un impacto directo sobre una estructura anatómica, lo que ocasiona la pérdida de continuidad o daño al tejido que resulta en una pérdida de la función. Este tipo de lesiones tienen una causa o comienzo definido (95, 96, 97, 98).

- **Lesiones Crónicas:** el acúmulo de tensiones en el tiempo da como resultado la irritación y el daño de los tejidos. Son lesiones que se desarrollan de manera gradual. (95, 96, 97, 98).

En algunas ocasiones, es complejidad distinguir una lesión aguda o una crónica, esto es debido a que, en algunas ocasiones, la sintomatología se da con un inicio agudo, siendo resultado de un proceso crónico. En estos casos, la idoneidad profesional es importante para identificar de manera oportuna su causa.

Otro ítem que aporta información sobre la actuación profesional es la gravedad de la lesión, lo que permitirá proyectar un plan de intervención. Este apartado se refiere a la gravedad en general, cada tejido tendrá una sintomatología y signos que permitirán clasificar la condición de la lesión. La gravedad de la lesión se clasifica en:

- **Leve:** la lesión ocasionada no generará un efecto negativo en el rendimiento deportivo, permitiendo que el área afectada no se caracterice por sensibilidad o deformidad (29).
- **Moderada:** este tipo de lesión produce algo de dolor e inflamación, tendrá impacto sobre el rendimiento deportivo y el área estará medianamente sensible. Puede generar cambios tegumentarios como el color en la zona lesionada (29).
- **Grave:** en este tipo de lesión se observará un importante grupo de signos y una percepción constante de síntomas por parte del deportista. Entre los signos se puede encontrar deformidad, inflamación, cambio de color, aumento de temperatura. Afectará de manera importante no solo la participación deportiva, sino también las actividades diarias (29).

Clasificar las lesiones es un proceso que requiere describir y/o categorizar una lesión en cuanto a la ubicación, mecanismo o patología que la puede provocar. Por otro lado, el grado indica la gravedad de dicha lesión. La gravedad de la lesión puede asociarse a signos, síntomas y hallazgos determinados por ayudas diagnosticas (29). En el mundo del deporte de alto rendimiento, el tiempo de retorno al deporte se convierte en el tema más importante en cuanto a la gravedad de la lesión se refiere (99, 100).

Realizar una clasificación y ordenar el conocimiento son estrategias que mejoran las posibilidades de acceso a la información. Estudiar las enfermedades, fortalecer el conocimiento sobre ellas e identificar su comportamiento requiere un proceso de organizar la información de manera sistemática y basada en clasificaciones. Se requiere un lenguaje concreto, de esta manera, se facilita la comunicación transdisciplinaria e interdisciplinaria, reduciendo los sesgos de información, la ambivalencia en los conceptos y eliminando la incertidumbre que ocasiona el uso de términos equivalentes (101).

Los sistemas de clasificación se utilizan para (3):

I. Clasificar o agrupar con precisión los diagnósticos para la investigación o elaboración de informes, permitiendo así agruparlos de manera sencilla en clasificaciones principales para obtener una síntesis, de tal manera que las tendencias de lesiones y enfermedades se puedan monitorear durante el tiempo o la incidencia o prevalencia de lesiones o enfermedades pueda compararse entre grupos (sexo, equipos, regiones, edades, entre otros), lo que podría apoyar la identificación de factores de riesgo en la reducción del riesgo de lesiones.

II. Construir bases de datos para extraer casos para investigar variables particulares o específicas de lesiones o enfermedades.

Existen diversas propuestas de clasificaciones (Tabla 4), se basan en formularios de recolección de datos que guardan relación con la lesión deportiva, los cuales permitirán realizar análisis y estudio, con el fin de:

- Proponer medidas preventivas.
- Optimizar las reglas de juego de cada deporte.
- Planificar adecuadamente la asistencia sanitaria de los diversos eventos deportivos.

Tabla 9. *Sistemas de Clasificación más usados*

Denominación	Institución	Año
The National Football League's (NFL) Injury Surveillance System	National Football League	1980
Injury Surveillance System (ISS)	National Collegiate Athletic Association (NCAA)	1982
International Classification of Diseases (ICD-10)	World Health	1990
Australian National Minimum Dataset for Injury Surveillance (NDS-IS)	Australia	1990
Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS)	Canadian Intercollegiate Sport Injury Registry	1991
Orchard Sports Injury Classification System (OSICS-10)	Elite Australian Football	1992
Annual Injury Survey	Australian Football League (AFL)	1993
Australian Sports Injury Data Dictionary (ASIDD)	Sports Medicine Australia (SMA)	1998
Injury Surveillance Database	Fairfax County Public School System	1999
UEFA Champions League Injury Study	Union of European Football Associations (UEFA)	2001
The Norwegian Professional Football League Injury Reporting System	Norwegian Professional Football League	2002
The England Professional Rugby Injury Surveillance Project	England Professional Rugby (RFU)	2002
The National High School Sports-Related Injury Surveillance System	National High School (USA)	2005
The Cricket Australia Injury Survey	Cricket Australia Sports Science Medicine	2006
International Ski Federation Injury Surveillance System	International Ski Federation (FIS)	2006
Fédération Internationale de Football Association Surveillance System	Fédération Internationale de Football Association (FIFA)	2007
International Association of Athletics Federations Surveillance System	International Association of Athletics Federations (IAAF)	2007
International Olympic Committee Injury Surveillance System for Multi-Sports Events	International Olympic Committee	2007
International Olympic Committee's Injury Surveillance System	International Olympic Committee	2008
CORE-AT Electronic Medical Record and Injury Surveillance System	Athletic Training Practice-Based Research Network (AT-PBRN)	2009
The Major League Baseball Injury Surveillance System	Major League Baseball	2010

Fuente: Tomado de Beaz-Jimenez & Cols. (102)

Todos los sistemas son útiles en la realización de estudios epidemiológicos y dar soporte asistencial, sin embargo, no están exentos de limitaciones debido a los mismos procesos investigativos que dan cada vez más luces sobre los vacíos de cada sistema, por tal motivo, se han realizado mejoras y actualizaciones de manera constante (102).

A finales de los años 80, la medicina y los investigadores tomaban de referencia la Clasificación Internacional de la enfermedad (CIE) en su 9.ª edición. Este es un sistema estándar importante; sin embargo, inclusive la 11.ª edición, publicada en 2018, carece de clasificaciones en la vigilancia de lesiones y enfermedades deportivas.

Canadá y Australia, a inicios de los años 90, desarrollaron dos sistemas de codificación de diagnóstico alternativo para la medicina deportiva y se han convertido en los más utilizados en la vigilancia de lesiones deportivas actualmente. Estos sistemas se basan en códigos iniciales para representar el área del cuerpo y códigos adicionales para representar el tipo de lesión o patología. son el Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS) y el Orchard Sports Injury Classification System (OSICS).

Estos sistemas se caracterizan por ser prácticos en su uso menos engorrosos y si son integrados a un sistema electrónico con menús donde se integren las categorías de área corporal y tipo de tejido/patología. Se cuenta con 750-1500 códigos para los sistemas SMDCS y OSICS respectivamente, en comparación con el CIE que cuenta con 55.000 códigos.

De acuerdo con la información de estos dos sistemas, se relacionan a continuación las categorías para áreas del cuerpo (Tabla 4) y tipos de tejidos y patología (Tabla 5).

Tabla 10. *Categorías recomendadas de regiones del cuerpo y áreas de lesiones*

Región Anatómica	Área Corporal	OSIICS	SMDCS	Notas
Cabeza y Cuello	Cabeza	H	HE	Incluye cara, cerebro (concusión) ojos, oídos, dientes
	Cuello	N	NE	Incluye columna cervical, laringe, vasos principales.
Miembro Superior	Hombros	S	SH	Incluye clavícula, escapula, origen del tendón del bíceps, manguito rotador.
	Brazo	U	AR	
	Codo	E	EL	Ligamentos, inserción del tendón del bíceps y el tríceps
	Antebrazo	R	FA	Incluye lesiones no articulares de radio y cúbito.
	Muñeca	W	WR	Carpo
	Mano	O	HA	Incluye dedos y pulgar
Tronco	Pecho	C	CH	Esternón, Costillas, mama, órganos torácicos
	Columna torácica	D	TS	Columna torácica, articulaciones costovertebrales
	Lumbosacro	L	LS	Columna lumbar, articulaciones sacroilíacas, sacro, coxis, glúteos
	Abdomen	O	AB	Por debajo del diafragma y por encima del canal inguinal, incluye los órganos abdominales.
Miembro Inferior	Cadera/Ingle	G	HI	Cadera y estructuras musculoesqueléticas anteriores
	Muslo	T	TH	Incluye fémur, isquiotibiales (tuberosidad isquiática), cuádriceps, aductores
	Rodilla	K	KN	Incluye patela, tendón patelar
	Pierna	Q	LE	Incluye lesiones no articulares de tibia y peroné, pantorrilla y tendón de Aquiles.
	Tobillo	A	AN	Incluye sindesmosis, articulación talocrural y subtalar.
	Pie	F	FO	Dedos del pie, calcáneo, fascia plantar.
inespecífico	Región inespecífica	Z	OO	
Multirregiones	Lesión única que cruza dos o más regiones	X	OO	

Nota. OSIICS, Orchard Sports Injury and Illness Classification System; SMDCS, Sport Medicine Diagnostic Coding System. Codificación en Ingles.

Fuente: Tomado de Bahr & Cols. (3)

Tabla 11. *Categorías recomendadas de tejidos y tipos de patologías para lesiones*

Tejido	Tipo de Patología	OSIICS	SMDCS	Notas
Musculo-Tendón	Lesión Muscular	M	10.07 – 10.09	Incluye distensión, desgarro, ruptura del tendón
	Contusión Muscular	H	10.24	
	Síndrome Compartimental	Y	10.36	
	Tendinopatía	T	10.28 – 10.29	Incluye paratendón, bursa, fasciopatía, desgarro parcial, subluxación de tendón (sin rotura), entesopatía.
	Ruptura de Tendón	R	10.09	Lesión completa/de espesor total; Lesiones tendinosas parciales consideradas como tendinopatía.
Nervios	Lesión Cerebral/Lesión Medular	N	20.40	Incluye concusión y todas las formas de lesión cerebral y medular
	Lesión del Nervio Periférico	N	20.39 – 20.41 – 20.42	Incluye Neuromas
Cartílago-Bursa-Sinovial	Lesión del Cartílago	C	40,17 – 40.21 – 40.37	Incluye lesiones de menisco, labrum y cartílago articular, lesiones osteocondrales.
	Artritis	A	40.33 – 40.34	Osteoartritis Postraumática
	Sinovitis/Capsulitis	Q	40.22 – 40.34	Incluye pinzamiento articular
	Bursitis	B	40.31	Incluye bursitis calcificada, bursitis traumática
Ligamento-Capsula articular	Distensión articular (rotura de ligamentos o episodio de inestabilidad aguda	L o D	50.01 – 50.11	Incluye desgarros parciales y completos más lesiones de ligamentos inespecíficos y cápsula articular; incluye dislocaciones/subluxaciones articulares.
	Inestabilidad Crónica	U	50.12	
Tejidos superficiales-piel	Contusión (Superficial)	V	60.24	Contusión, hematoma, daño vascular.
	Laceración	K	60.25	
	Abrasión	I	60.26 – 60.27	
Vasos Sanguíneos	Trauma Vascular	V	70.45	
Miembro Residual	Lesión del muñón	W	91.44	En amputaciones

Tejido	Tipo de Patología	OSIICS	SMDCS	Notas
Órganos Internos	Trauma Orgánico	O	80.46	Incluye trauma a cualquier órgano (excluyendo conmoción cerebral), ahogamiento, relevante para todos los órganos especializados no mencionados en otra parte (pulmones, órganos abdominales y pélvicos, tiroides, mama).
Inespecífico	Lesión sin tipo de tejido especificado	P o Z	00.00 (también 00.23 – 00.38, 00.42	No se diagnostica patología tisular específica.

Nota. OSIICS, Orchard Sports Injury and Illness Classification System; SMDCS, Sport Medicine Diagnostic Coding System. Codificación en Ingles.

Fuente: Tomado de Bahr & Cols. (3)

Conclusiones

La lesión deportiva es un problema de salud pública que afecta a millones de personas en el mundo, tanto a nivel profesional como recreativo. La lesión deportiva se produce cuando se supera la capacidad de adaptación de los tejidos ante una carga mecánica, provocando una alteración estructural o funcional. La intención de este capítulo fue brindar una visión integral del concepto de lesión deportiva, a partir de una contextualización referencial que establece el marco para entender el impacto en los deportistas y en el deporte en general. La epidemiología de las lesiones deportivas, aquella que permite estudiar el comportamiento de la enfermedad o en este caso la lesión deportiva, proporciona una visión de la prevalencia y las tendencias de las lesiones en diferentes deportes. Esto se acompañó de la presentación de varios modelos que explican el proceso para que se dé una lesión deportiva, cada uno con su propio enfoque, fundamento y distinción, en los cuales contribuyen a nuestra comprensión de cómo y por qué ocurren las lesiones. El mecanismo de lesión consigue destacar cómo las fuerzas físicas y la biomecánica juegan un papel en la ocurrencia de las lesiones. El concepto de Curva Tensión-Deformación se introdujo para ilustrar cómo los tejidos del cuerpo responden a diferentes niveles de estrés y tensión, y cómo esto puede llevar a una lesión, siendo fundamental para entender la respuesta tisular a la lesión deportiva, el cual explora cómo los tejidos del cuerpo responden y se adaptan después de una lesión, resultando en un proceso vital para los procesos de recuperación y rehabilitación. Finalmente, las clasificaciones de las lesiones deportivas

proporcionan una breve descripción histórica de las clasificaciones, lo que proporciona un marco para identificar y categorizar las lesiones, primordiales para el diagnóstico y los procesos de intervención y rehabilitación.

Referencias

1. De Michelis L, Schuermans j, Denolf S, Napier C, Bittencourt N, Romanuk A, et al. Sports injury prevention programmes from the sports physical therapist's perspective: An international expert Delphi approach. Physical Therapy in Sport. 2022; Vol. 55; pag. 146-154 https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2022.04.002

2. Pujals C, Rubio V, Marquez M, Sanchez I, Ruiz-Barquin R. Comparative sport injury epidemiological study on a Spanish sample of 25 different sports. Journal of Sport Psychology 2016; Vol. 25 (2): pp. 271-279

3. Bahr R, Clarsen B, Derman W, Dvorak J, Emery C, Finch C Hagglund M, Junge A, Kemp S, Et al. International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE- SIIS)). Br J Sports Med 2020; 54:372–389.

4. Xu P, Yue Y, Wang L, Fan Y. Overview of the Biomechanics of Injury and Prevention. En: Fan Y, Wang L. Biomechanics of Injury and Prevention. Edit. Springer. 2022. Pag. 1-10

5. Chalmers D. Injury prevention in sport: not yet part of the game? Injury Prevention. 2002; 8(Suppl IV): iv22-iv25

6. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries--a methodological approach. Br J Sports Med. 2003;37(5):384-92. doi: 10.1136/bjsm.37.5.384. PMID: 14514527; PMCID: PMC1751357.

7. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. Sports Med. 1992 Aug;14(2):82-99. doi: 10.2165/00007256-199214020-00002. PMID: 1509229.

8. Kolt G, Snyder-Mackler L. Importancia de la fisioterapia en el deporte, ejercicio y la actividad física. EN: Fisioterapia del deporte y el ejercicio. Elsevier España, 2004. P. 3.

9. Whiting, W.C. and Zernicke, R.F. (1998) Biomechanics of musculoskeletal injury. Human Kinetics. 1998

10. Meeuwisse W. Assessing Causation in Sport Injury: A Multifactorial Model. Clinical Journal of Sport Medicine. 1994; Vol. 4: pag. 166-170

11. Meeuwise W, Tyreman H, Hagel B, Emery C. A Dynamic Model of Etiology in Sport Injury: The Recursive Nature of Risk and Causation. Clin J Sport Med. 2007; Vol. 17: pag. 215–219

12. Gissane C, White J, Kerr K, Jennings D. An operational model to investigate contact sports injuries. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2001; Vol.33: pag. 1999-2003

13. Arango A. Concepto de causa, medición de riesgo y su aplicación. En: Blanco J, Maya J. Fundamentos de Salud Pública. Tomo II: Epidemiologia Básica y Principios de Investigación. 2da Edición. Edit. Comparación para Investigaciones Biológicas. 2006. pag: 50-61

14. Alemán cruz g, Alemán Zamora r, Amador Bonilla c. hábitos alimentarios y estado nutricional de deportistas de la unan-Managua, octubre 2014 a marzo de 2015 [phd thesis]. universidad nacional autónoma de Nicaragua, Managua; 2015. disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unan.edu.ni/994/1/61018.pdf

15. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med. 2005; Vol.39: pag.324–329. doi: 10.1136/bjsm.2005.018341

16. McIntosh A, Risk compensation, motivation, injuries, and biomechanics in competitive sport. Br J Sports Med 2005; Vol.39: pag. 2–3. doi: 10.1136/bjsm.2004.016188

17. Meeuwise W, Hagel B. The multi-causality of injury – current concepts. En: Verhagen E, Van Mechelen W. Sports Injury Research. Edit. Oxford. 2010. pag. 99-108

18. Finch C. Una visión general de algunos problemas de definición para la vigilancia de lesiones deportivas Sports Med, 24(3) (1997), pp. 157-163

19. Bahr R, Krosshaug R. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport Br J Sports Med, 39(2005), pp. 324-329

20. Moreno C, Rodríguez V, Seco J. Epidemiología de las lesiones deportivas. Fisioterapia. 2008: Vol. 30(1); pág. 40-48.

21. Travert M, Maïano C, Griffet J. Understanding injuries in sports: Selfreported injury and perceived risk of injury among adolescents. Rev. Eur. Psychol. Appl. 2017

22. Fuller C. Injury risk (burden), risk matrices and risk contours in team sports: A review of principles, practices and problems. Sports Med. 2018: Vol. 48(7); pag. 1597-1606. doi: 10.1007/s40279-018-0913-5.

23. Zech A, Hollander K, Junge A, Steib S, Groll A, Heiner J, Nowak F, Pfeiffer D, Rahlf A. Sex differences in injury rates in team-sport athletes: A systematic review and meta-regression análisis. Journal of Sport and Health Science. 2022: Vol. 11(1); pag. 104-114 doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.003

24. Cross M, Williams S, Kemp S, Fuller C, Taylor A, Brooks J, Trewartha G, Stokes K. Does the reliability of reporting in injury surveillance studies depend on injury definition? Orthop J Sports Med. 2018: Vol.6(3); doi: 10.1177/2325967118760536.

25. Janz T, Billete J. Injuries in Canada: Insights from the Canadian Community Health Survey. Retrieved from. 2011 consultado el 24 de abril de 2022. Disponible en: https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-624-x/2011001/article/11506-eng.htm

26. Black A, Meeuwisse D, Eliason P, Hagel B, Emery C. Sport participation and injury rates in high school students: A Canadian survey of 2029 adolescents. Journal of Safety Research. 2021: Vol. 78; pag. 314-321 https://usc.elogim.com:2131/10.1016/j.jsr.2021.06.008

27. Public Health Agency of Canada. Injury prevention funding to promote active and safe play. (2013). Consultado el 24 de abril de 2022. Disponible en: https://www.canada.ca/en/public-health/services/injury-prevention/fact-sheet-injury-prevention-funding-to-promote-active-and-safe-play.html

28. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, Hägglund M, McCrory P, Meeuwisse WH. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. Br J Sports Med. 2006 Mar;40(3):193-201. doi: 10.1136/bjsm.2005.025270.

29. Ekstrand J, Hägglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. Br J Sports Med. 2011 Jun;45(7):553-8. doi: 10.1136/bjsm. 2009.060582.

30. Cosgrave M, Williams S. The epidemiology of concussion in professional rugby union in Ireland. Phys Ther Sport. 2019 Jan; 35:99-105. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.11.010.

31. Francis P, Whatman C, Sheerin K, Hume P, Johnson MI. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. J Sports Sci Med. 2019 Feb 11;18(1):21-31

32. Emery C, Meeuwisse W, McAllister J. Survey of sport participation and sport injury in Calgary and area high schools. Clinical Journal of Sport Medicine. 2006: Vol. 16(1); pag. 20-26 doi: 10.1097/01.jsm.0000184638.72075.b7.

33. Calero-Saa P. Consideraciones, Conceptos y Contexto de la Lesiones Deportiva. En: Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva Tomo I. Edit. Universidad Santiago de Cali. 2018. Pág. 26-71 ISBN: 978-958-5522-23-7

34. Corey J, Finch C. Sports Injuries. Elsevier. 2017. Pag. 79-86 doi:10.1016/B978-0-12-803678-5.00432-X

35. Kisser R, Bauer R. The Burden of Sport Injuries in the European Union. Austrian Road Safety Board, Research Department, KFV, Wien. 2012. https://www.sicherheit.sport/app/uploads/2014/12/burden_report.pdf

36. Garrido R, Pérez J, González M, Diéguez S, Pastor R, López-Andújar L, Llorens P. Epidemiología de las lesiones deportivas atendidas en urgencias. Emergencias. 2009: Vol. 21; pág. 5-11

37. Barlett C. Mechanisms and Characteristics of Musculoskeletal and Nerve Trauma. En: Prentice W. Principles Of Athletic Training: A Guide to Evidence-Based Clinical Practice. 16th Edition. Edit. Mc Graw Hill. 2016. pag. 246-266

38. Prentice W. Off-the-Field Injury Evaluation. En: Principles of Athletic Training: A Guide to Evidence-Based Clinical Practice. 16th Edition. Edit. Mc Graw Hill. 2016. pag. 344-380

39. Forster B. The Role of Radiologists in Major Sporting Events. En: Guermazi A, Roemer F, Crema M. Imaging in Sports-Specific Musculoskeletal Injuries. Edit. Springer. 2016 pag. 41-45

40. Ward K, Grice M, Di Leva R, Evans K, Baker J, Hawkey A. Clinical Assessment in Sports Therapy. En: Ward K. Routledge Handbook of

Sports Therapy, Injury Assessment and Rehabilitation. Edit. Routledge International Handbooks. 2015. pag. 41-131

41. Conrad W, Gorniak G. Basic Mechanics. En: Upper and Lower Extremity Biomechanics. Biomechanics for Health Sciences. 2nd edition. Edit. Boockboon Learning. 2022. Pág. 9-50 ISBN 978-87-403-4431-8

42. Vilardaga J, Aleu A. Biomecánica del tendón. En: Voegeli A. Lecciones Básicas de Biomecánica del Aparato Locomotor. Edit. Springer. 2001. 67-84 ISBN 84-07-00198-8

43. Gaines S, Muscolino J. Biomechanics. Introduction To Biomechanics. En: Muscolino J. Kinesiology. The Skeletal System and Muscle Function. 3rd Edition. Edit. Elsevier. 2017 page. 588-608

44. Prentice W. Pathology of Sports Injury. Mechanisms and Characteristics of musculoskeletal and nerve trauma. En: Principles of Athletic Training A guide to evidence-based clinical practice. 16th edition. Edit. McGraw Hill. 2017. pág. 245-256

45. Voegeli A, Roldan J. Biomecanica del Hueso. En: Lecciones Básicas de Biomecánica del Aparato Locomotor. Edit. Springer. 2001. pag. 41-52 ISBN 84-07-00198-8

46. Hamill J, Knutzen K, Derrick T. Skeletal Considerations for Movement. En: Biomechanical Basis of Human Movement. 4th Edition. Edit. Wolters Kluwer. 2015. Pag. 25-58

47. Prentice W. Understanding and Managing the Healing Process Through Rehabilitation. En: Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training. 7th edition. Edit. Slack Incorporated. 2020. Pag. 44-76

48. Mangine B, Rauch J, Middendorf A. Physiologic Factors in Rehabilitation. En: Andrews J, Harrelson G, Wilk K. Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. 4th Edition. Edit. Elsevier. 2012. Pag. 24-44

49. Sussman W, Gruner M, Bakal D, Mautner K. Rehabilitation Principles for Interventional Orthopedics and Orthobiologics. En: George T, Mostoufi S, Tria A. Orthopedics Rehabilitation: Principles and Practice. Edit. Springer. 2023. pág. 1-40

50. Kumar V, Abbas A, Aster J. Inflamación y reparación. En: Patología Estructural y Funcional. 10ª edition. Edit. Elsevier. 2021. Pag. 85- 127.

51. Prentice W. Tissue response to Injury. En: Principles of Athletic Training: A guide to evidence-Based Clinical Practice. 6th edition. Edit. McGraw Hill. 2026. Pag. 288-305

52. Knuttgen H, Kuipers H, Renström P. Rehabilitation of Sports Injuries: Scientic Basis. Edit. Blackweel Science. 2003. Pag. 10-43

53. Schiffer J. Rehabilitation of sports injuries. New Studies in Athletics. 2009; Vol. 24(2): pag. 7-20

54. Fournier M. Principles of Rehabilitation and Return to Sports Following Injury. Clin Podiatr Med Surg. 2015; Vol. 32: 261-268. http://dx.doi.org/10.1016/j.cpm.2014.11.009

55. Snyder-Mackler L, Axe MJ, Failla MJ, Gengenbacher KA. Developing Treatment Pathways. In: Houglum PA, Bertoti DB, editors. Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. 4th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2012. p. 32-40.

56. Rebelo-Marques A, Andrade R, Pereira R, Espregueira-Mendes J. Return to Play (RTP). In: Piedade SR, Imhoff AB, Clatworthy M, Cohen M, Espregueira-Mendes J, editors. The Sports Medicine Physician. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 149-163.

57. Bisciotti GN, Volpi P, Amato M, Alberti G, Allegra F, Aprato A, et al. General Principles for Return to Training and Return to Play. In: Bisciotti GN, editor. Return-to-Play after Lower Limb Muscle Injury in Football. Cham: Springer Nature Switzerland; 2021. 5-13

58. Ertan H. Injury patterns among Turkish archers. Shield Res J Phys Educ Sports Sci. 2006;1.

59. Mann DL, Littke N. Shoulder injuries in archery. Can J Sport Sci. 1989 Jun;14(2):85-92. PMID: 2736447.

60. Kluitenberg B, van Middelkoop M, Diercks R, van der Worp H. What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med. 2015 Aug;45(8):1143-61. doi: 10.1007/s40279-015-0331-x.

61. Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, Martinez-Martinez F, Idoate F, Mendez-Villanueva A. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. Med Sci Sports Exerc. 2017 Jul;49(7):1482-1492. doi: 10.1249/MSS.0000000000001241.

62. Hame SL, LaFemina JM, McAllister DR, Schaadt GW, Dorey FJ. Fractures in the collegiate athlete. Am J Sports Med. 2004 Mar;32(2):446-51. doi: 10.1177/0363546503261708.

63. Meron A, Saint-Phard D. Track and Field Throwing Sports: Injuries and Prevention. Curr Sports Med Rep. 2017 Nov/Dec;16(6):391-396. doi: 10.1249/JSR.0000000000000416.

64. Thorsness R, Alland JA, McCulloch CB, Romeo A. Return to Play After Shoulder Surgery in Throwers. Clin Sports Med. 2016 Oct;35(4):563-75. doi: 10.1016/j.csm.2016.05.003.

65. Montgomery PG, Maloney BD. Three-by-Three Basketball: Inertial Movement and Physiological Demands During Elite Games. Int J Sports Physiol Perform. 2018 Oct 1;13(9):1169-1174. doi: 10.1123/ijspp.2018-0031.

66. Benítez-Martínez JC, Valera-Garrido F, Martínez-Ramírez P, Ríos-Díaz J, Del Baño-Aledo ME, Medina-Mirapeix F. Lower Limb Dominance, Morphology, and Sonographic Abnormalities of the Patellar Tendon in Elite Basketball Players: A Cross-Sectional Study. J Athl Train. 2019 Dec;54(12):1280-1286. doi: 10.4085/1062-6050-285-17.

67. Haeberle HS, Navarro SM, Power EJ, Schickendantz MS, Farrow LD, Ramkumar PN. Prevalence and Epidemiology of Injuries Among Elite Cyclists in the Tour de France. Orthop J Sports Med. 2018 Sep 4;6(9):2325967118793392. doi: 10.1177/2325967118793392.

68. Elliott J, Anderson R, Collins S, Heron N. Sports-related concussion (SRC) assessment in road cycling: a systematic review and call to action. BMJ Open Sport Exerc Med. 2019 Apr 14;5(1): e000525. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000525.

69. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of noncontact anterior cruciate ligament injuries in elite and adolescent female team handball athletes. Instr Course Lect. 2007; 56:407-18.

70. Minoyama O, Tsuchida H. Injuries in professional motor car racing drivers at a racing circuit between 1996 and 2000. Br J Sports Med. 2004 Oct;38(5):613-6. doi: 10.1136/bjsm.2003.007674.

71. Koutras C, Buecking B, Jaeger M, Ruchholtz S, Heep H. Musculoskeletal injuries in auto racing: a retrospective study of 137 drivers. Phys Sportsmed. 2014 Nov;42(4):80-6. doi: 10.3810/psm.2014.11.2094.

72. Cunningham J, Broglio S, Wilson F. Influence of playing rugby on long-term brain health following retirement: a systematic review and narrative synthesis. BMJ Open Sport Exerc Med. 2018 Apr 25;4(1): e000356. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000356.

73. Kibler WB, Wilkes T, Sciascia A. Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. Clin Sports Med. 2013 Oct;32(4):637-51. doi: 10.1016/j.csm.2013.07.003.

74. Fu MC, Ellenbecker TS, Renstrom PA, Windler GS, Dines DM. Epidemiology of injuries in tennis players. Curr Rev Musculoskelet Med. 2018 Mar;11(1):1-5. doi: 10.1007/s12178-018-9452-9.

75. Bere T, Kruczynski J, Veintimilla N, Hamu Y, Bahr R. Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. Br J Sports Med. 2015 Sep;49(17):1132-7. doi: 10.1136/bjsports-2015-094959.

76. Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). J Physiother. 2014 Sep;60(3):122-9. doi: 10.1016/j.jphys.2014.06.022.

77. Miller A, Evans K, Adams R, Waddington G, Witchalls J. Shoulder injury in water polo: a systematic review of incidence and intrinsic risk factors. Journal of Science and Medicine in Sport. 2018; Vol.21(4): pag. 368-377. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.08.015

78. Stromberg JD. Care of Water Polo Players. Curr Sports Med Rep. 2017 Sep/Oct;16(5):363-369. doi: 10.1249/JSR.0000000000000409.

79. Molnár S, Mensch K, Gáspár K. Wrestling. In: Krutsch W, Mayr H, Musahl V, Della VF, Tscholl P, Jones H, editors. Injury and health risk management in sports. Berlin, Heidelberg: Springer; 2020a. https:// doi.org/10.1007/978-3-662-60752-7_86.

80. Clarsen B. Treatment of Sports Injuries. En: Brukner P, Clarsen B, Cook J, Cools A, Crossley K, Hutchinson M, et al. Brukner & Khan´s Clinical Sports Medicine. 5th Edition. Edit. McGraw Hill. 2017. pag. 239-275

81. Hawkins SW, Hawkins JR. Clinical Applications of Cryotherapy Among Sports Physical Therapists. Int J Sports Phys Ther. 2016 Feb;11(1):141-8.

82. Alexander J, Allan DR, Rhodes DD. Cryotherapy in sport: a warm reception for the translation of evidence into applied practice. Res Sports Med. 2022 Jul-Aug;30(4):458-461. doi: 10.1080/15438627.2021.1899920.

83. Bleakley CM, Glasgow P, MacAuley DC. PRICE needs updating, should we call the POLICE? Br J Sports Med. 2012; Vol. 46(4): pag.220-1. doi: 10.1136/bjsports-2011-090297.

84. Bayer ML, Mackey A, Magnusson SP, Krogsgaard MR, Kjær M. Behandling af akutte muskelskader. Ugeskr Læger. 2019; 181 (8). Pag. 338-342.

85. Norris C. Healing. En: Sports and Soft Tissue Injuries: A guide for students and therapists. 5th Edition. Edit. Routledge. 2019 Pag. 1-58.

86. Saxena A, Granot A. Use of an anti-gravity treadmill in the rehabilitation of the operated Achilles tendon: a pilot study. J Foot Ankle Surg. 2011; Vol.50(5): pag. 558-61. doi: 10.1053/j.jfas.2011.04.045.

87. Wangensteen A, Askling C, Hickey J, Perdam C, Van der Made A, Thorborg K. Rehabilitation of Hamstring Injuries. En: Thorborg K, Opar D, Shield A. Prevention and Rehabilitation of Hamstrings Injuries. Edit. Springer. 2020. pág. 225-270.

88. Prentice W. Preventing Injuries Through Fitness Training. En: Essentials of Athletic Injury Management. 12th Edition. Edit. McGraw Hill. 2023. pag. 46-85.

89. Özkaya N, Leger D, Goldsheyder D, Nordin M. Stres and Strain. En: Fundamentals of Biomechanics: Equilibrium, Motion, and deformation. 4th Edition. Edit. Springer. 2017. pag. 287-316.

90. Ellenbecker T, De Carlo M, DeRosa C. Introduction to Functional Progression. En: Effective Functional Progressions in Sport Rehabilitation. Edit. Human Kinects. 2009. pag. 3-10.

91. McKeon P, Wikstrom E, Prentice W, Zinder S. Rehabilitation of Ankle and Foot Injuries. En: Prentice W. Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training. 7th Edition. Edit. Slack Incorporated. 2020. pag. 731-783.

92. Dubois B, Esculier JF. Soft-tissue injuries simply need PEACE and LOVE. Br J Sports Med. 2020 Jan;54(2):72-73. doi: 10.1136/bjsports-2019-101253.

93. Pagorek S, Noehren B, Malone T. Principles of Rehabilitation for Muscle and Tendon Injuries. En: Andrews J, Harrelson G, Wilk K. Physical

Rehabilitation of the Injured Athlete. 4th Edition. Edit. Elsevier. 2012. pag. 89-103.

94. Prentice W. Recognizing Different Sports Injuries. En: Essentials of Athletic Injury Management. 11th edition. Edit. Mc Graw Hill. 2020. pág. 212-225.

95. Bahr R, Maehlum S. Lesiones Deportivas: Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Edit Médica Panamericana. 2007. Pag.3.

96. Walker B. Explicación de la lesión deportiva. En: Anatomía de las lesiones deportivas. Edit. Paidotribo, 2010. Pg. 1-6.

97. Hamilton B, Valle X, Rodas G, Til L, Pruna R, Gutierrez J, Tol J. Classification and grading of muscle injuries: a narrative review. Br J Sports Med. 2015: Vol. 49(59; doi: 10.1136/bjsports-2014-093551.

98. Hamilton B, Alonso J, Best T. Time for a paradigm shift in the classification of muscle injuries. J Sport Health Sci. 2017: Vol. 6(3); pág. 255-261 doi: 10.1016/j.jshs.2017.04.011.

99. Til Ll, Orchard J, Rae K. El sistema de clasificación y codificación OSICS-10 traducido del inglés. Apunts Sports Medicine. 2008; Vol.43 (159): pag 109-112.

100. Beas-Jimenez J, Garrigosa A, Cuevas P, Riaza L, Terés X, Alonso J, Álvarez M, Cofré C. Translation into Spanish and proposal to modify the Orchard Sports Injury Classification System (OSICS) version 12. Apunts Sports Medicine. 2020; Vol. 55 (207): pag. 105-109. https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2020.05.002

CAPÍTULO 2

La Evaluación Deportiva Previa a la Participación

Pre-Participation Sports Evaluation

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

Paola Andrea Gálvez Girón
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte
https://orcid.org/0009-0002-2507-5044
paolagalvez.ft@gmail.com

Resumen

El documento "Evaluación Deportiva Previa a la Participación" tiene como objetivo establecer un marco para la evaluación integral de deportistas, con el fin de identificar deficiencias y diseñar estrategias de intervención adecuadas que optimicen el rendimiento deportivo y prevengan lesiones. Para lograr esto, se propone una metodología sistemática que incluye la recopilación de información a través de una historia clínica detallada, la evaluación musculoesquelética y el examen físico. Los fisioterapeutas deportivos (FTD) emplean herramientas objetivas, como plomadas y aplicaciones tecnológicas, para observar y analizar aspectos relevantes del deportista, como la marcha, la función articular y la fuerza. Este proceso se complementa con un análisis dinámico de la información, lo que permite al FTD realizar un juicio clínico fundamentado en datos tanto objetivos como subjetivos, facilitando así la identificación de deficiencias y la formulación de planes de intervención.

En conclusión, la evaluación previa a la participación es crucial para garantizar la seguridad y el rendimiento de los deportistas. Un enfoque multidisciplinario

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Calero Saa PA, Gálvez Girón PA. La evaluación deportiva previa a la participación. 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. 83-199. https://doi.org/10.35985/9786287914162.2

y el uso de herramientas objetivas son esenciales para minimizar la subjetividad en el diagnóstico. La historia clínica y el examen físico no solo ayudan a identificar problemas existentes, sino que también permiten establecer estrategias para el mantenimiento del rendimiento. En última instancia, una evaluación adecuada contribuye a la prevención de lesiones y a la mejora continua del desempeño deportivo, asegurando que los deportistas estén en condiciones óptimas para competir.

Palabras Clave: Conmoción Encefálica, Sistema Musculoesquelético, Rendimiento Atlético.

Abstract

The document "Pre-Participation Sports Evaluation" aims to establish a framework for the comprehensive assessment of athletes in order to identify deficiencies and design appropriate intervention strategies that optimize athletic performance and prevent injuries. To achieve this, a systematic methodology is proposed that includes the collection of information through a detailed medical history, musculoskeletal evaluation, and physical examination. Sports physiotherapists (FTD) employ objective tools, such as plumb lines and technological applications, to observe and analyze relevant aspects of the athlete, such as gait, joint function, and strength. This process is complemented by a dynamic analysis of the information, allowing the FTD to make a clinical judgment based on both objective and subjective data, thereby facilitating the identification of deficiencies and the formulation of intervention plans.

In conclusion, pre-participation evaluation is crucial to ensure the safety and performance of athletes. A multidisciplinary approach and the use of objective tools are essential to minimize subjectivity in diagnosis. The medical history and physical examination not only help identify existing issues but also allow for the establishment of strategies for maintaining performance. Ultimately, proper evaluation contributes to injury prevention and the continuous improvement of sports performance, ensuring that athletes are in optimal condition to compete.

Keywords: *Brain Concussion, Musculoskeletal System, Athletic Performance.*

Introducción

"La ciencia, amigo mío, está hecha de errores,
pero se trata de errores en los que ha sido útil caer
porque nos han ido acercando poco a poco a la verdad."

—Julio Verne

En el ambiente deportivo, el razonamiento clínico tiene como antecedente una adecuada historia clínica. Esta se convierte en un registro de información que permite objetivar las señales que proceden de un evento sufrido por un deportista y, brinda las bases para entender la condición de este. El juicio clínico permitirá al Fisioterapeuta Deportivo (FTD) establecer diagnósticos y objetivos de intervención, plantear metas y estrategias terapéuticas basadas en la información registrada en el historial, tomando como referencia la mejor evidencia disponible para el deportista hasta el momento.

La historia clínica representa un respaldo de las acciones realizadas por el FTD. Aquí se recopila y guarda información sobre decisiones tomadas a partir de un consenso multidisciplinario, además de registrar el progreso en las intervenciones que permiten una realimentación y evidencia del cumplimiento de los objetivos. Es importante mencionar, que todo FTD, debe tener la capacidad de realizar, interpretar y apropiar todo concepto relacionado con la exanimación del deportista, tanto los datos por medio de los test como la información suministrada por el deportista. Estos atributos necesitan un respaldo del conocimiento anatómico, biomecánico, fisiológico y neuromuscular, con el fin de identificar los tejidos afectados, el mecanismo de lesión, la naturaleza de su proceso de recuperación y los tiempos requeridos para su curación.

Las funciones del FTD van más allá de la recepción de remisiones Medico Deportivas de deportistas lesionados. El FTD idóneo cuenta con competencias mencionadas en el capítulo Bases Teóricas y retos de la Fisioterapia Deportiva, donde la Federación Internacional de Fisioterapia Deportiva establece por medio de su proyecto Fisioterapia Deportiva para Todos (1), contempla entre otras, la competencia Responsable del Paciente/Cliente, la cual incluye las siguientes acciones:

- **Prevención de Lesiones:** Los fisioterapeutas deportivos evalúan los riesgos de lesión asociados con la práctica en un contexto específico de deporte o actividad física, adicionalmente, educan y capacitan a los

deportistas tanto lúdicos como de alto rendimiento, de una manera que se reduzca la aparición y recurrencia de lesiones.

- **Intervención Aguda:** Los Fisioterapeutas Deportivos pueden responder de manera adecuada a intervenciones de lesiones agudas en el entrenamiento como en la competición, por medio de una comunicación interdisciplinaria con el fin de identificar y establecer roles y responsabilidades. Las intervenciones se realizan *In Situ* en el momento de la lesión (terreno de juego) o *In Situ* después del evento (fuera del terreno de juego) tanto en el entrenamiento como en la competencia.
- **Rehabilitación:** Los Fisioterapeutas Deportivos se apoyan en el razonamiento clínico y sus habilidades terapéuticas para evaluar y diagnosticar lesiones que se relacionan con la práctica deportiva, además de diseñar, implementar, evaluar y modificar intervenciones basadas en evidencia que apuntan a un retorno seguro al nivel óptimo de rendimiento del deportista en su contexto específico.
    - La rehabilitación inicia desde el mismo momento en que se produce la lesión hasta que el deportista vuelva a su nivel óptimo de rendimiento.
    - La rehabilitación se da en contexto individuales y/o grupales, con respaldo de un equipo multidisciplinario y una variedad de locaciones como consultorio, campo de juego o centros de formación.
- **Mejora del Rendimiento:** Los Fisioterapeutas deportivos contribuyen a mejorar el rendimiento de un deportista mediante de la evaluación de su perfil físico, relacionándolo con el rendimiento deportivo, realizando asesorías o interviniendo en la optimización de las condiciones para el máximo rendimiento en un deporte especifico, dentro de un enfoque de equipo multidisciplinario.

Todas las competencias anteriores llevan consigo el proceso de evaluación. Por ello, una secuencialidad y sistematización de la de la información en el proceso de evaluación conllevara un camino correcto en el diagnóstico y en un plan de intervención. Evitar la subjetividad fundamentando la objetividad es el reto profesional. Los aspectos subjetivos son aquellas informaciones derivadas de la percepción del deportista y tienen como características que tienden a carecer de realidad o de claridad y se denominan *Síntomas (manifestación subjetiva de una enfermedad o alteración en el estado de salud que percibe exclusivamente el deportista)*, mientras que los aspectos objetivos o Signos (*evidencias concretas y medibles de una enfermedad*), corresponden a evidencias visibles, claras y medibles (2).

El presente capitulo busca ofrecer herramientas de la evaluación física y funcional, donde tanto el FTD y el grupo multidisciplinario puedan ofrecer a los deportistas intervenciones derivadas de un proceso óptimo de objetivación de elementos que afectan el rendimiento del deportista, establecer un diagnóstico y así, orientar procesos de intervención pertinentes bajo estrategias terapéuticas respaldadas por la evidencia actual. Adicionalmente, este capítulo brindará solo aspectos relacionados con la evaluación física y funcional, el cual, el proceso de diagnóstico será parte del razonamiento clínico del Fisioterapeuta. Las estrategias terapéuticas serán propuestas en el capítulo denominado Estrategias Terapéuticas en la Rehabilitación Deportiva.

Evaluación Previa a la Participación Deportiva

La Evaluación Previa a la Participación Deportiva (EPPD) es una evaluación clínica diseñada esencialmente para la identificación de lesiones, enfermedades u otras condiciones serias que puedan poner en riesgo a los deportistas antes de afrontar una competencia o participación deportiva (3,4). Este proceso consiste en una recopilación de historial médico del deportista, un examen físico y la identificación de factores de riesgo relevantes, con el objetivo de asegurar una participación segura en el deporte. Según Seto (5), a cada alrededor de 30 millones de deportistas menores de 18 años se les aplica una EPPD para poder competir. En Estados Unidos, alrededor de 8 millones de deportistas de la secundaria se evalúan anualmente, y se espera que todos se sometan a una EPPD antes de iniciar la temporada competitiva (6,7).

Hace 40 años se realizaron las primeras EPPD, estas se centraron en un historial médico básico y un examen físico para detectar problemas como soplos cardíacos o hernias inguinales (8). Hacia el año de 1992, se publicó la primera edición de la "Monografía de Evaluación Preparticipativa", por medio de cinco organizaciones -La Academia estadounidense de Médicos Familiares, La Academia Estadounidense de Pediatría, La Sociedad Médica estadounidense de Medicina Deportiva, La Sociedad Estadounidense de Ortopedia para Medicina Deportiva y la Academia Estadounidense de Osteopatía – en la cual se establecían las directrices para evaluaciones más exhaustivas (8). Hacia 1996, la Asociación Estadounidense del Corazón (AHA), hizo la recomendación de incluir preguntas en la EPPD, con el fin de investigar afecciones que pudieran aumentar el riesgo de muerte súbita cardiaca en los deportistas (9). En la actualidad se cuenta con la 5.ª edición de la Monografía, la cual fue publicada en el año 2019.

Metas y Objetivos de la EPPD

Las metas y objetivos de la EPPD varían de acuerdo con el contexto, sin embargo, su propósito principal, como se mencionó anteriormente, es garantizar la salud y seguridad de los deportistas, facilitando una adecuada participación en actividades deportivas. Es importante considerar que la EPPD no busca inhabilitar a los deportistas, su verdadera intención es identificar a aquellos con un alto riesgo de presentar problemas de salud. La evidencia a encontrado que solo entre el 0,3% y el 1,3% de los deportistas han sido inhabilitados, mientras que entre el 3,2% y el 13,9% han sido referidos para una evaluación adicional (10). Los principales objetivos son identificar condiciones potencialmente mortales o discapacitantes y factores que incrementan el riesgo de lesiones, mientras que sus objetivos secundarios incluyen evaluar la salud general del deportista, actuar como acceso al sistema de salud y facilitar discusiones sobre el bienestar (11). La EPPD determina finalmente la autorización del deportista para la práctica deportiva, contando con cuatro clasificaciones (12):

1. Participación plena sin restricciones.
2. Participación sujeta a pruebas adicionales.
3. Participación limitada a ciertos deportes.
4. Inhabilidad.

Momento y Frecuencia

La EPPD depende de factores como la edad de los deportistas, la disponibilidad del médico deportólogo que lidera el equipo médico y demás profesionales de salud con capacitación y formación en el entorno deportivo (13). La EPPD se recomienda aplicarla cerca del comienzo de la temporada, al menos unas 6 semanas antes de iniciar la competencia oficial para garantizar una evaluación exhaustiva del deportista, permitiendo también así el tiempo necesario para un abordaje adecuado a cualquier hallazgo, disminuyendo el tiempo de demora en la participación del deportista. Algunos deportistas son inhabilitados temporalmente debido a la espera de valoraciones adicionales o la resolución de afectaciones médicas persistentes. En los deportistas jóvenes existe la recomendación de realizar evaluaciones más frecuentes, esto debido a que las anomalías cardiacas pueden aparecer durante el desarrollo o crecimiento, aun teniendo resultados previos en normalidad (8).

Existe una gran variedad en la frecuencia y el contenido de los exámenes que se realizan en una EPPD. No existe evidencia de que una mayor frecuencia de aplicación de una EPPD disminuya el riesgo de lesiones o muertes en estudiantes deportistas, lo que ha llevado a no concluir una frecuencia adecuada para aplicar estas evaluaciones. Sin embargo, los autores de la EPPD respaldan las recomendaciones de Lombardo & Badolato (14):

- Realizar una EPPD completa cada 2 años en deportistas jóvenes y cada 2 a 3 años en deportistas adultos.
- Realizar actualizaciones anuales que incluyan un cuestionario completo sobre la historia clínica como un examen físico centrado en el problema.

La AHA (7) recomienda lo siguiente:

- En la Secundaria: una EPPD completa al ingresar y posteriormente cada 2 años.
- En la Universidad: Una EPPD completa al ingresar y posteriormente una revisión anual de la historia clínica, el examen físico y la presión arterial.

La NCAA (15) recomienda lo siguiente:

- Una EPPD completa para estudiantes deportistas que son nuevos en la institución.
- Una actualización anual del historial médico.
- Repetición de la EPPD ante cambios significativos en el estado de salud.

Con base en las anteriores recomendaciones, se acepta una frecuencia anual la más indicada para la realización de la EPPD.

Componentes de la EPPD

La EPPD abarca la historia clínica y familiar del deportista, así como también un examen físico detallado, centrado en los sistemas musculoesquelético y cardiopulmonar. Al final de este capítulo se anexa el formulario de historial clínico y el formulario de examen físico establecido en la 5.ª edición de la Monografía de Evaluación Preparticipativa.

Los **Antecedentes Médicos y Familiares** son importantes en la EPPD, debido a que algunos antecedentes indican que representan entre el 76% y el 90% de los diagnósticos médicos (8). No obstante, el proceso aún enfrenta desafíos significativos como el crecimiento del número de deportistas y una

falta de estandarización en los protocolos de detección. Se ha encontrado adicionalmente una falta de coincidencia en las respuestas entre deportistas y sus padres, con un rango de solo entre el 195 y el 39% de acuerdo con el historial médico (8). Por ello, se recomienda que los deportistas y sus padres realicen en conjunto los formularios de historial siempre que sea posible, especialmente si el deportista no tiene claros sus antecedentes familiares o personales (7).

Los componentes críticos del historial clínico incluyen:

1. Antecedentes médicos
2. Antecedentes quirúrgicos
3. Revisión de aparatos y sistemas
4. Medicamentos
5. Alergias
6. Antecedentes familiares
7. Estado funcional
8. Antecedentes sociales
9. Hábitos tóxicos
10. Nivel de actividad actual
11. Participación deportiva previa/actual
12. Tipo/frecuencia de participación
13. Hábitos de entrenamiento
14. Antecedentes médicos relacionados con el ejercicio
15. Lesiones previas
16. Nutrición/suplementos
17. Potenciadores del rendimiento

La información recopilada en la historia clínica debe ser amplia pero adaptada tanto para el deportista como para la disciplina deportiva, esto con el fin de identificar las particularidades de cada deporte.

La indagación acerca de un **Historial de lesiones** podría revelar alteraciones biomecánicas o problemas en la dosificación de la carga de entrenamiento, lo que aumentaría el riesgo de lesiones.

La **Historia Cardiovascular** es importante en la EPPD para identificar condiciones que pueden llevar a paros cardíacos súbitos o muertes súbitas. Aunque son eventos poco comunes, esta condición es un evento inesperado en deportistas previamente saludables y es la principal causa de muerte en deportistas durante la práctica (16). De acuerdo con Harmon et al., por medio de una revisión sistemática, la incidencia de muerte súbita cardiaca es de aproximadamente 1 entre 80.000 deportistas de la secundaria y 1 entre 50.000 deportistas universitarios (17). En deportistas menores de 30 años, a menudo se asocia con problemas estructurales, destacándose la miocardiopatía hipertrófica como causa principal en el 36% de los casos (18).

La AHA recomienda un cuestionario de 14 puntos que es respaldado por diversas sociedades médicas y organizaciones deportivas, incluido el grupo de trabajo de la EPPD (12):

Antecedentes Personales

1. Dolor en el pecho asociado al esfuerzo
2. Sincope o casi sincope inexplicable
3. Disnea o fatiga al hacer ejercicio sin explicación clara
4. Reconocimiento previo de un soplo cardíaco
5. Hipertensión Arterial
6. Restricción en la actividad deportiva previa
7. Pruebas cardíacas ordenadas por un profesional

Antecedentes Familiares

8. Muerte súbita antes de los 50 años por cardiopatía
9. Discapacidad por cardiopatía en un familiar de primer grado menor a 50 años
10. Presencia de condiciones cardíacas específicas en familiares, como miocardiopatía y síndrome de Marfan

Examen Físico

11. Evaluación de soplo cardíaco en diferentes posiciones
12. Chequeo de pulsos femorales para coartación aórtica
13. Signos físicos de síndrome de Marfan
14. Medición de la presión arterial braquial.

La inclusión de pruebas como electrocardiograma y ecocardiograma aumenta la sensibilidad de la EPPD en la detección de afecciones relacionadas con la muerte súbita cardiaca.

Durante una EPPD, se debe realizar una evaluación de **Antecedentes Neurológicos.** Para ello se debe indagar sobre si el deportista ha sufrido conmociones cerebrales o lesiones craneoencefálicas, convulsiones, cefaleas recurrentes, episodios de cuadriparesia transitoria o neuropraxia cervical (13).

En el deporte, el 6% de las consultas por urgencias médicas son por traumatismos craneomaxilofaciales (TCMF). En el fútbol, las lesiones de cabeza y cuello representan entre el 4% y el 22% de las lesiones, con una tasa de 1,7 lesiones por cada 1000 horas de juego. Las conmociones cerebrales consideradas como TCMF leve, se dan debido a un golpe directo que genera una fuerza sobre el cerebro y sus síntomas pueden presentarse de inmediato o durante minutos u horas y, por lo general, se resuelven en un plazo de 7 a 10 días sin tratamiento específico (19).

La conmoción cerebral es reconocida por diversas organizaciones internacionales como una lesión traumática que causa un deterioro temporal en la función cerebral. Aunque el síntoma más frecuente es el dolor de cabeza, también pueden presentarse otros déficits neurológicos con variaciones en su gravedad. Para el profesional de salud es muy importante diferenciar adecuadamente entre estos signos y los de lesiones cerebrales más graves, ya que pueden ser similares (20).

El reconocimiento de las conmociones cerebrales y su manejo ha evolucionado de manera significativa, evidenciado por múltiples sistemas de clasificación relacionados con el deporte. Sin embargo, se estima que ocurren entre 300.000 y 2 millones de estas lesiones cada año en contextos deportivos. Esta alta incidencia se debe en gran parte a la falta de herramientas diagnósticas objetivas y validadas para confirmar la conmoción cerebral y para determinar la recuperación completa del deportista (8).

El historial de lesiones de cabeza es fundamental. Estos datos influyen en la probabilidad de sufrir conmociones en el futuro; tras una conmoción, el riesgo de experimentar otra aumenta considerablemente. El profesional que realice una EPPD tenga en cuenta variables como la frecuencia y la gravedad de los episodios anteriores, adicionalmente, considerar también la duración de los síntomas asociados. Si un deportista presenta síntomas de conmoción que duran más de 4 a 6 semanas, es pertinente realizar una evaluación más exhaustiva (8).

El **Examen Físico** es el segundo componente importante en la EPPD. Esta evaluación debe ser lo más integral y organizado posible, de acuerdo con los sistemas orgánicos y es la continuación de las sesiones de historia clínica y revisión por sistemas, donde se incluye la evaluación de los signos vitales, la visión, la audición, así como los sistemas cardiopulmonar, neurológico y musculoesquelético. En este tipo de evaluación, los hallazgos más frecuentes son la hipertensión arterial y los problemas visuales (14).

Evaluación y Examen

Los datos obtenidos de la evaluación y examen del sistema musculoesquelético permiten acercarse a realizar un adecuado diagnóstico que repercutirá en el plan de intervención basado en objetivos claros. La evaluación musculoesquelética es un ítem importante como estratagema en el seguimiento a los resultados del tratamiento (21).

Los fisioterapeutas deportivos realizan un proceso dinámico de análisis de información con la que se realiza un juicio clínico derivado de los datos que se obtienen por medio del examen. Al realizar un examen físico, el fisioterapeuta puede identificar las deficiencias que afectan el rendimiento del deportista, lo que conlleva a plantear estrategias que permiten la recuperación del rendimiento deportivo. No obstante, el examen podrá también identificar ausencia de deficiencias, lo que también permitirá realizar intervenciones enfocadas a mantener el rendimiento del deportista (2).

Al realizar un examen a un deportista, el profesional responsable de este proceso debe contar con un adecuado conocimiento de la anatomía, respaldado por una metodología de análisis lógico y el análisis de los datos obtenidos de la historia clínica y el examen físico. El examen responde a dos principios filosóficos clínicos que se basan en conceptos específicos que son (22):

1. Si el profesional conoce la organización del organismo y apropia su función, es posible identificar la vulnerabilidad de este para padecer una lesión deportiva.

2. La biología orgánica se caracteriza por presentar cambios de adaptación a los cambios del entorno.

La evaluación, como se menciona anteriormente, es un proceso dinámico y no debe limitarse a la aplicación de pruebas, maniobras o test para caracterizar o señalar condiciones o alteraciones bajo una línea de base o de referencia. Este proceso implica una interpretación asertiva de la problemática causada por el desconcierto teórico y los hallazgos de las pruebas realizadas en el examen. Es importante mencionar que como respaldo en las competencias del FTD, una evaluación busca disminuir los riesgos de lesiones deportivas, lo que permite aumentar la atención en aspectos que disminuyan el rendimiento y la participación deportiva y, que conlleven a intervenir oportunamente y controlar a aquellos factores que aumentan la vulnerabilidad del deportista y así, garantizar la práctica deportiva segura y de calidad.

El examen que realiza el FTD tiene como objetivo crear un banco de información y datos obtenidos a partir de la realización de una Historia Clínica, una Revisión por Sistemas y la aplicación de Test y Medidas de acuerdo con el criterio del profesional. Es una serie de acciones caracterizadas por un riguroso proceso de indagación, investigación y aplicación de pruebas y/o cuestionarios cuyo propósito es la identificación de alteraciones que pueden indicar el camino adecuado a un diagnóstico fisioterapéutico como una posible remisión a otros profesionales de la salud.

El examen recopila la información suministrada por el paciente como se mencionó anteriormente nominada como subjetiva y acciones de observación, inspección, palpación y pruebas específicas que conducen a la objetividad de a evaluación.

Evaluación Subjetiva

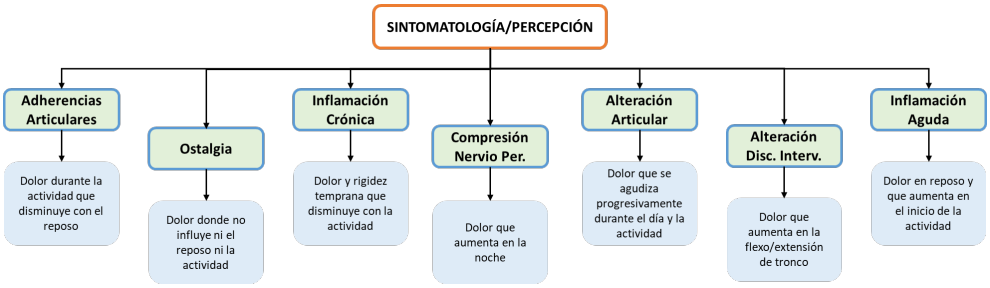
La evaluación subjetiva busca averiguar el origen o la causa del dolor (2) a partir de la identificación de factores subjetivos. Los factores subjetivos nacen del proceso de observación con el que se puede explorar aspectos superficiales que pueden inferir sobre el estado general del deportista que pueden incluir factores emocionales, personales y sociales.

La **Historia Clínica** consiste en una entrevista con el deportista que recopila datos con los que el fisioterapeuta formula supuestos o hipótesis sobre la condición actual del paciente. Los datos recopilados están organizados de manera cronológica, abarcando información sobre la percepción del estado de salud actual, antecedentes y condiciones que pueden relacionarse en la búsqueda del diagnóstico. En este proceso, el diálogo bidireccional busca

crear un vínculo con el deportista que involucren términos y palabras entendibles que permitan su entendimiento en las dos partes. El profesional que realiza el interrogatorio debe contar con puntos clave que direccionen una entrevista sistemática. Se esperará que el deportista indique de acuerdo con las preguntas realizadas, información clara del proceso de lesión, la localización, las limitaciones y sus percepciones. Cada respuesta del paciente incitará al profesional a incluir preguntas en lo posible cerradas que complementen la información en el caso que sea necesario.

En algún momento de la historia clínica, cuando el deportista localiza la zona de la lesión, el FTD debe identificar las estructuras que posiblemente se encuentren comprometidas. La información suministrada por el deportista permitirá al FTD establecer si la lesión deportiva es ocasionada por un evento con contacto o sin contacto, si es producto de una fuerza traumática o una sucesión de fuerzas repetitivas que tornan susceptible al tejido y, de acuerdo con el conocimiento propio del profesional relacionado con la anatomía, la fisiología, la biomecánica y las características tisulares, se podrá determinar los tejidos afectados. Adicionalmente, como tipo de análisis, el FTD tendrá que realizar un proceso mental de establecer en lo posible la posición del cuerpo cuando ocurrió la lesión, así como también la dirección, magnitud y zona de influencia de las fuerzas aplicadas. En el caso de lesiones crónicas o recidivas, se debe establecer aquellas particularidades o factores que intervienen en la exacerbación de síntomas del paciente como la frecuencia semanal de entrenamiento, la indumentaria deportiva y la ejecución de las técnicas (23).

Figura 1. *Características sintomatológicas según la percepción*



Las lesiones recurrentes o recidivas afectan tanto la evaluación como el proceso de rehabilitación. La fisiopatología de las recidivas genera desarrollo excesivo de tejido cicatricial, pérdida de elasticidad tisular, acortamiento

muscular por contractura, inhibición o debilidad de la musculatura adyacente, alteración postural, hiperlaxitud ligamentosa o alteraciones de la relación articular.

De acuerdo con la información procedente de la historia clínica, el FTD realizará un proceso de exploración para identificar los detalles de los síntomas descritos por el deportista. Si bien hasta ahora la información se basa en percepción o sintomatología del deportista, el dolor está presente de manera constante y debe evaluarse inicialmente por medio de los siguientes puntos (24):

- **Historia de la Presentación Inicial:** Este punto permite al FTD identificar la ubicación y características de los síntomas en el momento en que el deportista manifestó o experimentó la lesión la primera vez, lo cual genera información sobre la evolución de estos. En este proceso, se logra identificar posibles eventos que iniciaron la sintomatología.
- **Localización de los Síntomas:** Establecer si los síntomas o el dolor se localizan en una región específica corporal o si se irradian a otras áreas, es una forma de determinar la extensión de la afección.
- **Cambios en la Intensidad o Naturaleza de los Síntomas:** Indagar acerca de las características evolutivas de los síntomas o el dolor a partir de su aparición, revelan la progresión de estos. Para dar un ejemplo, la progresión de un dolor agudo a crónico indica cambios patológicos.
- **Impacto Funcional:** Vislumbrar la afectación de las actividades físico-deportivas desde la presentación inicial de los síntomas o el dolor ayuda a identificar la gravedad y el impacto sobre la funcionalidad del deportista.
- **Diferenciación de Síntomas:** Aspectos importantes de la sintomatología o el dolor, es identificar si eran localizados o generalizados, si se exacerban o no con el movimiento específico o actividades básicas y, si se presentaban en reposo o durante las actividades deportivas.

El dolor es una experiencia compleja, subjetiva y sus manifestaciones son individuales, que involucra diferentes dimensiones. Si los síntomas o el dolor no permiten que el deportista pueda realizar un movimiento, se determina una alta gravedad de la lesión (25).

Figura 2. *Las dimensiones del dolor*



Fuente: Tomado de Magee (24) Imagen mejorada digitalmente utilizando [Gemini].

Un *Dolor Agudo* se caracteriza por ser nuevo, que frecuentemente es intenso, continuo y puede ser incapacitante, con una calidad o duración suficiente para que el deportista solicite atención médica. Las lesiones agudas son más irritables, provocando la aparición del dolor de manera más pronta al iniciar un movimiento o una actividad mínima que desencadenará síntomas, aun así, el dolor persistirá incluso después de disminuir el movimiento (24).

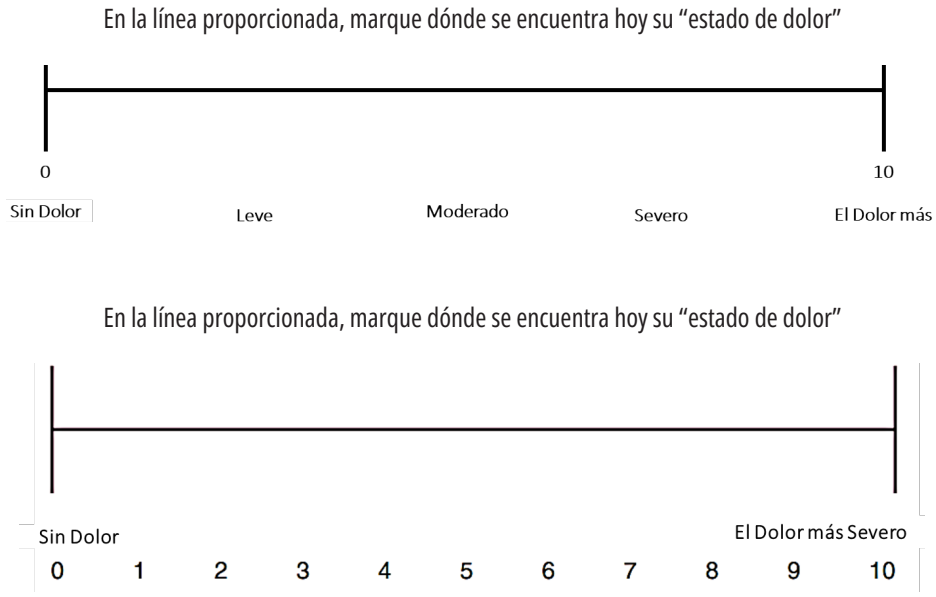
El *Dolor Crónico* es más grave, no es muy intenso, hay memoria de experiencia anterior y el deportista ha aprendido a afrontarlo. Mientras que un dolor agudo se acompaña de ansiedad, el dolor crónico se acompaña de depresión 24).

El FTD debe entender, como complemento a los conocimientos de la anatomía, la biomecánica y demás, que cuando un tejido sufre una lesión o se daña, se desencadena un proceso fisiológico que libera sustancias químicas que generan inflamación y sensibilización periférica de los nociceptores, lo que induce el dolor localizado. Si la lesión no se resuelve o conlleva a una curación normal, se vuelve crónica y genera una sensibilización central. Mientras que la sensibilización periférica se caracteriza por ser un fenómeno que ocasiona efectos locales, la sensibilización central es un proceso que involucra la médula espinal y el cerebro. Esta última se exterioriza como una generalización de factores estresantes físicos, mentales y emocionales (26).

El FTD debe tener la habilidad de distinguir los dolores referidos (*aquel dolor que se percibe en un lugar diferente al que se le realiza el estímulo o provocación*), localizados (*aquel dolor que se percibe en una zona específica y fácil de identificar*) o irradiados (*aquel dolor que se percibe en el recorrido de un nervio*).

En el momento de la evaluación de sintomatología o el dolor, al deportista se le debe suministrar herramientas que permitan cuantificar su percepción y que el FTD tenga información más objetiva de esa percepción, aspectos que impactaran en el proceso de intervención. Una Escala Visual Análoga (EVA), una Escala de Clasificación numérica, una Escala de Caja o una Escala de Calificación Verbal, son herramientas oportunas en este proceso para la calificación de la sintomatología o el dolor (27). La EVA es una escala que permite visualmente medir la intensidad de dolor, por medio de una línea continua de 10 cm, para la cual se preguntará al deportista que califique de 0 a 10 la percepción del dolor, donde 0 corresponde a la ausencia de dolor y 10 al dolor más severo percibido.

Figura 3. *Escalas Visual Análoga*



En conclusión, a la evaluación subjetiva es el asiento del resto del proceso evaluativo, se convierte en la fase donde se revela más información. El Fisioterapeuta debe realizar un proceso sistemático o secuencial basado en un dialogo objetivo y ameno, con preguntas claras que permitan una mejor relación con el deportista.

En la base subjetiva, se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Impresión del Paciente
- Localización de la lesión
- Mecanismo de lesión
- Historial de lesiones
- Comportamiento de los síntomas
    - Que provoca los síntomas
    - Calidad de los síntomas
    - Región donde se producen los síntomas
    - Severidad de la lesión
    - Cronología de los síntomas

Evaluación Objetiva

La evaluación objetiva busca conocer al paciente, así mismo priorizar las necesidades del deportista a partir de la información obtenida, la cual permitirá guiar la evaluación, en la que se aplicarán pruebas y medidas específicas para determinar con precisión la lesión del paciente. Es muy importante mencionar que hallar el lugar exacto de la lesión requiere experiencia y habilidades afianzadas. Por lo tanto, la aplicación de pruebas y maniobras validadas que identifiquen la lesión con mayor precisión. Las impresiones diagnósticas son aceptables siempre que los procedimientos estén en coherencia con lo propuesto.

Una vez finalizada la evaluación subjetiva, el FTD identificará las posibles pruebas específicas, maniobras y procedimientos para obtener hallazgos puntuales durante la evaluación objetiva.

Observación

La observación inicia en el mismo momento en que el FTD tiene contacto visual con el deportista que debe evaluar, incluso antes de romper el hielo con un saludo. Dependiendo del contexto, el FTD dispondrá de unos segundos o minutos para la observación. La observación incluye los siguientes puntos:

Figura 4. *Aspectos de la Observación*



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

La observación se trata de una revisión visual al deportista que consulta por una deficiencia, sintomatología, dolor o lesión deportiva, desde que ingresa al consultorio. Inicialmente el FTD observará la apariencia general del deportista y sus zonas corporales previamente identificadas en la evaluación subjetiva como posibles lugares de lesión de tejido. Como ejemplo, si el FTD en la evaluación subjetiva identifica que un miembro inferior es un área de riesgo de lesión o que la sintomatología se identifica en esta zona, se deberá realizar observación de la marcha del deportista en cuanto a sus patrones temporales y espaciales. Sí, por el contrario, es el miembro inferior el involucrado, se deberá realizar observación en la forma como es tratada la extremidad por el deportista. En ambos casos, se deberá observar los patrones de movimiento al caminar, sentarse, vestirse o calzarse. Los patrones de movimiento darán información sobre patrones compensatorios, patrones antiálgicos, expresiones fasciales o ajustes posturales, los cuales deben observarse de manera bilateral.

Evaluación Postural

La evolución ha permitido que el humano opte por una postura erguida o bípeda. Esta postura hace que las manos del humano estén libres y los ojos orientados al horizonte y con más profundidad hacia adelante. No obstante, la postura erguida provoca una mayor tensión del raquis y las extremidades inferiores (28).

La postura es la disposición del cuerpo en un momento dado, es el resultado de una combinación de posturas articulares del cuerpo. Cada postura articular tiene un influencia sobre otras articulaciones y, la alineación postural ideal estática en vita lateral, se determina con una línea recta imaginaria que la representación de la línea de gravedad que se relaciona con el meato auditivo externo del oído, parte anterior de los cuerpos vertebrales cervicales, el acromion del hombro, los cuerpos vertebrales lumbares, ligeramente posterior a la articulación de la cadera, ligeramente anterior al eje de la articulación de la rodilla y anterior al maléolo lateral (28). La postura ideal implica la menor cantidad de estrés aplicado en cada articulación, lo que permita al sistema neuromuscular desarrollar movimientos y acciones que necesiten la menor cantidad de energía y así, cumplir con el objetivo previsto. Así bien, si la postura erguida, como se mencionó anteriormente, permite una visión mejor y mayor movilidad de las extremidades superiores, esta también requiere un mayor control de estabilidad, no obstante, si la alineación postural es correcta, cada actividad desarrollada requerirá una menor cantidad de energía.

La alineación postural se evalúa durante la observación, fundamentalmente en aquellos deportistas que cursan lesiones crónicas o por acciones repetitivas. Una adecuada postura permite evidenciar una óptima alineación del cuerpo, el uso adecuado de energía sin generar tensión excesiva del sistema neuromuscular.

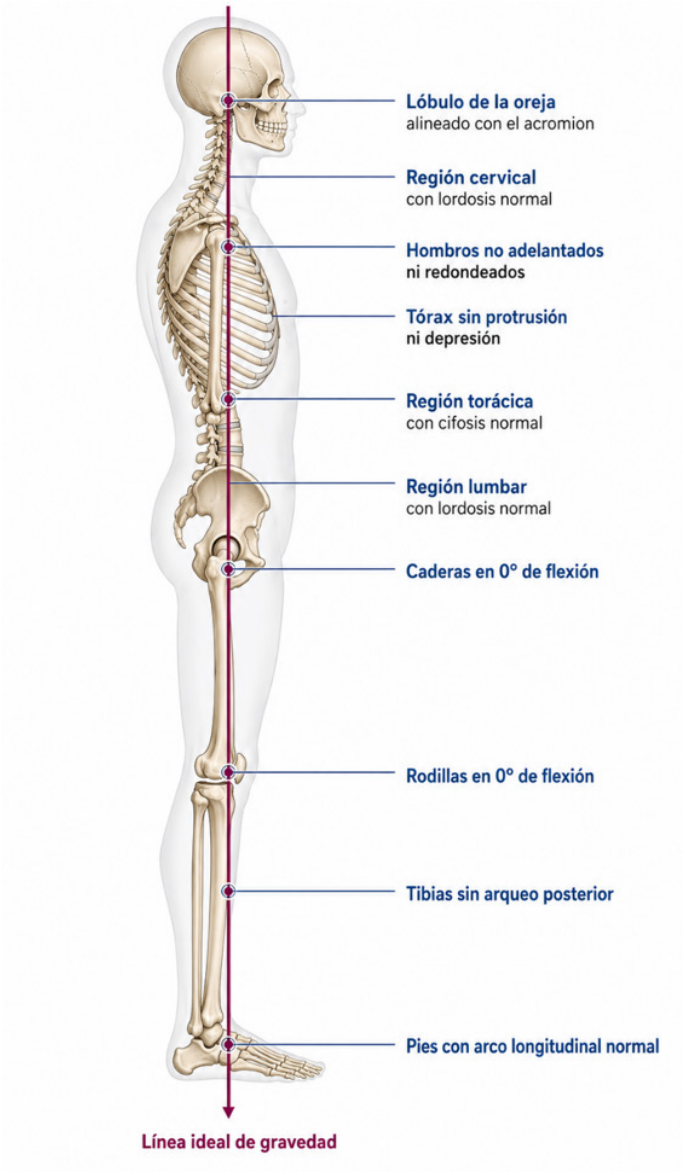
El término postura describe la posición del cuerpo, la manera en que un individuo se sostiene o se posiciona el cuerpo de manera intencional o no (29). La postura es la adecuada relación entre la gravedad y las fuerzas de los músculos antigravitatorios (30). Los cambios generados por las diferentes estructuras corporales producen efectos en algún eslabón de las cadenas musculares, provocando alteraciones en la marcha, la función articular, la carga, la función neuronal, la resistencia muscular y aeróbica, la fuerza, el equilibrio, la coordinación muscular y la función respiratoria (31).

La observación se realiza examinando la vista anterior, lateral y posterior, donde el FTD podrá utilizar herramientas como la plomada o aplicaciones para el computador o el móvil (29).

Algunas referencias describen 4 puntos clave de observación postural (32, 33, 34).

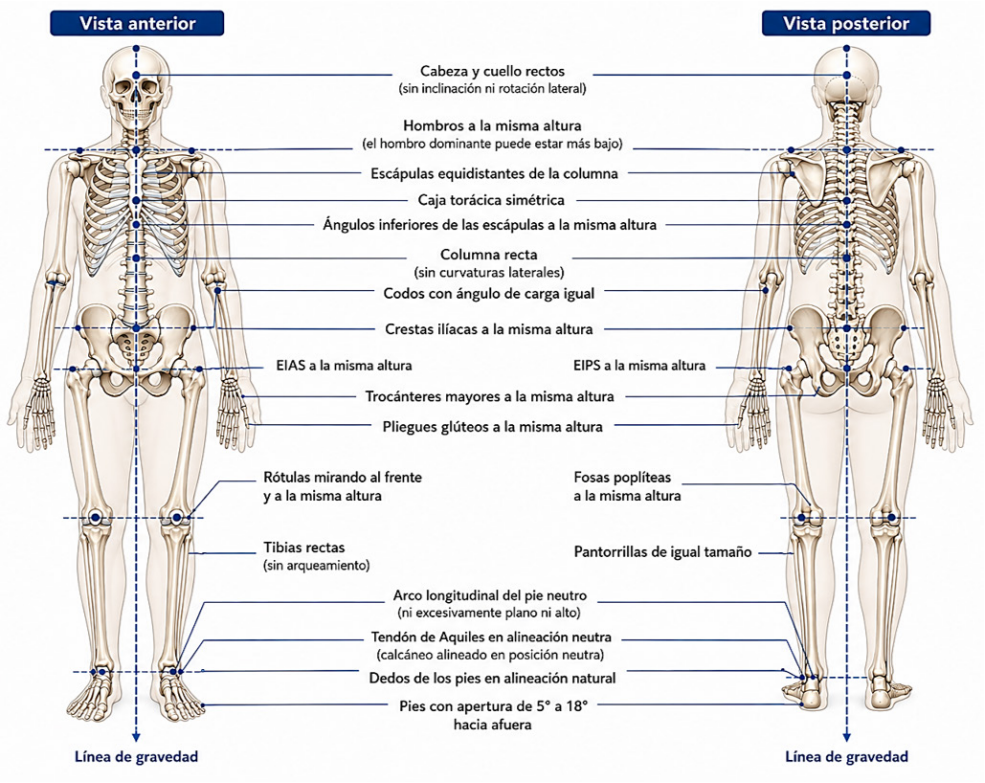
1. La alineación ideal o postura eficaz se identifica , donde la plomada o línea de referencia debe coincidir con los puntos relacionados a continuación:

Figura 5. *Alineación Ideal (Vista Lateral)*



Fuente: Tomado de Magee(28). Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

Figura 6. *Alineación Ideal (Vista Anterior y Posterior)*

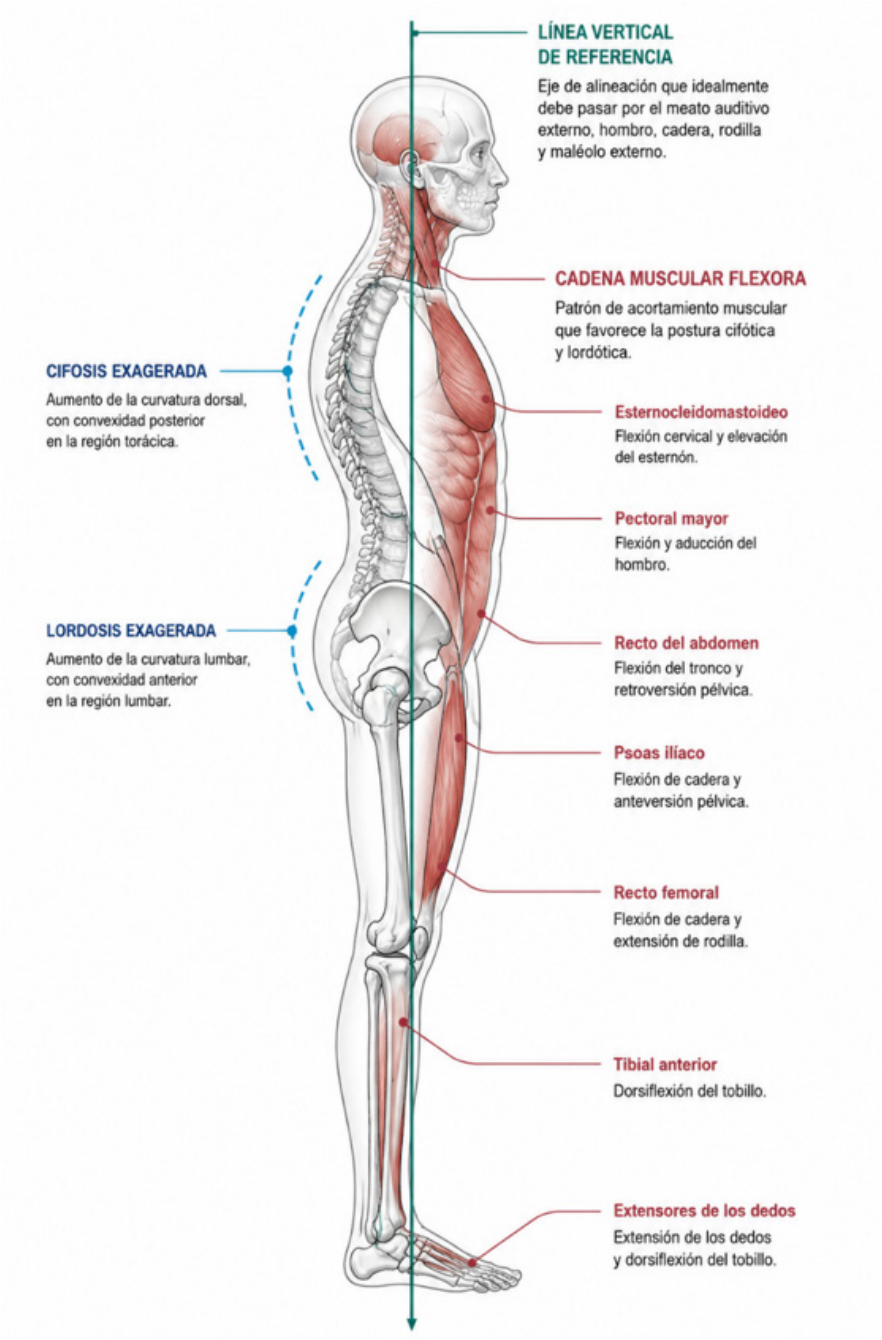


EIAS= Espina Iliaca Anterosuperior
EIPS=Espina Iliaca Posterosuperior

Fuente: Tomado de Magee(28). Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

2. Una postura de cifosis-lordosis presenta una pelvis con anteversión pélvica, una hiperlordosis lumbar con una hipercifosis torácica y una leve flexión de caderas. Los flexores del cuello, los extensores superiores de la espalda y los músculos oblicuos externos se encontrarán alargados y débiles. El musculo recto abdominal se encuentra alargado y los flexores de cadera están acortados.

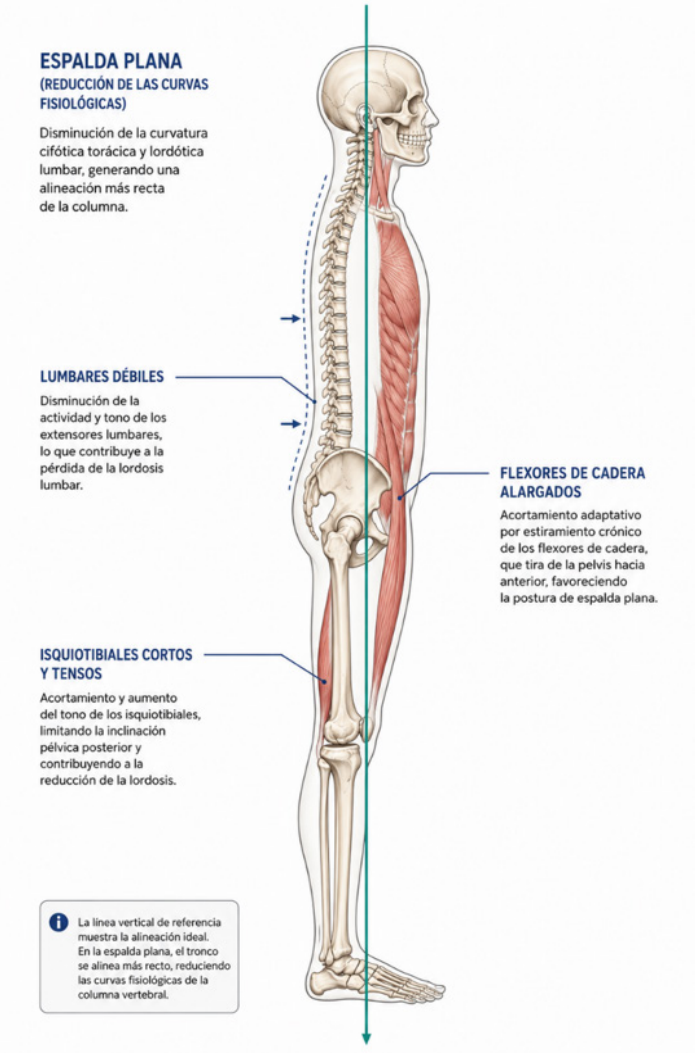
Figura 6. *Postura de cifosis-lordosis*



Fuente: Tomado de Ryder(29) Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

3. Una postura de espalda plana tiene como característica una columna cervical con leve estiramiento, una flexión pronunciada para la parte superior de la columna torácica, la columna lumbar es plana, retroversión pélvica, extensión de las articulaciones coxofemorales y una leve plantiflexión de tobillo. Esto se da principalmente por unos flexores de cadera elongados y débiles y un acortamiento y mayor fuerza de los isquiotibiales.

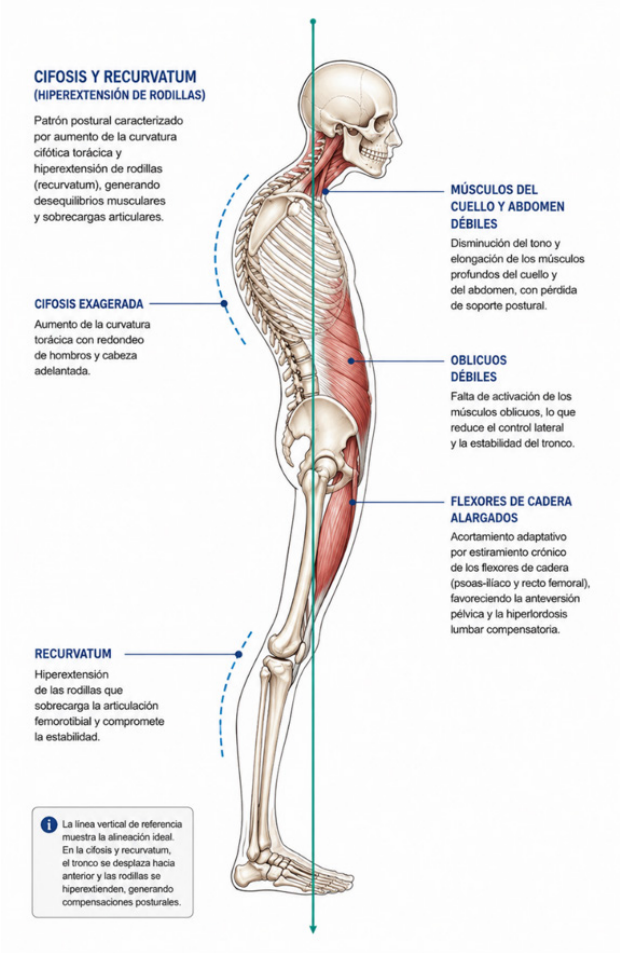
Figura 7. *Postura de Espalda Plana*



Fuente: Tomado de Ryder(29) Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

4. Postura con inclinación posterior, tiene como características la identificación de una protracción de cabeza, la columna cervical levemente extendida, el tronco superior se encuentra con mayor flexión y desplazamiento posterior, la columna lumbar está plana, retroversión pélvica, articulaciones coxofemorales con hiperextensión y desplazamiento anterior de la pelvis, Genu recurvatum de rodillas y neutralidad en las articulaciones de tobillo. Esta postura puede deberse al alargamiento y debilidad de los músculos flexores de cadera, oblicuos externos, extensores del tronco superior, flexores del cuello, acompañada de acortamiento y fortalecimiento de isquiotibiales, fibras superiores de los oblicuos internos y paraespinales lumbares fuertes, pero no acortados.

Figura 8. *Postura de Cifosis y recurvatum*



Fuente: Tomado de Ryder(29) Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

La práctica deportiva y los entrenamientos traen consigo un sometimiento a cargas y un esfuerzo físico, los cuales se convierten en factores que desencadenan cambios en diferentes partes del cuerpo como la columna y los miembros inferiores. Las cargas se deben prescribir de manera adecuada y atribuir de acuerdo con las necesidades y desarrollo del deportista. Las escuelas de formación deben tener en cuenta que la maduración del sistema neuromuscular y la evolución del tono muscular se convierten en factores básicos como respuestas a los requerimientos de la preparación física y para que el sistema musculoesquelético responda al estrés tisular, los estímulos gravitatorios, tensiones tisulares producto de los movimientos específicos del deporte (23).

La evaluación postural se basa en el reconocimiento y el grado de las alteraciones posturales y busca identificar si son producidas por los desbalances musculares o las malformaciones óseas. A pesar de que los deportistas estimulan constantemente las aptitudes físicas, esto no es suficiente para evitar alteraciones posturales. Las características antropométricas, el somatotipo, la técnica, el gesto y la dominancia son factores que impactan en su aparición y en el desencadenamiento de lesiones deportivas.

El FTD se apoyará en una línea vertical imaginaria que servirá de referencia, de acuerdo con lo establece el modelo postural, lo que permite simular la dirección de la acción de la gravedad. Esta línea imaginaria atraviesa los ejes articulares, con los segmentos dispuestos en posición vertical.

En este sentido, la evaluación postural no debe limitarse únicamente al análisis visual. El FTD debe realizar mediciones que ayudarán a calcular las simetrías o asimetrías de las estructuras anatómicas. A partir de este apoyo, se podrá obtener información objetiva sobre el comportamiento de las estructuras tanto en posición estática como dinámica. La evaluación postural no es realizar una crítica superficial a la postura y limitarse a emitir juicios como: “cabeza adelantada”, “hombros retraídos”, “Genu valgo”, sino realizar un análisis crítico de las razones de por qué existen esos comportamientos estructurales y qué implicaciones podría tener en la práctica deportiva.

La evaluación postural es un escenario adecuado para que el FTD identifique signos de traumatismo. Las lesiones agudas dejan rastros que por medio de la observación podrían no pasar desapercibidos. Identificar la inflamación visible, hemorragias o sangrados, signos de infección, deformidades y las características de la lesión por la cual consulta el deportista.

Un traumatismo agudo se acompaña de una inflamación rápida e inmediata, lo cual es importante cuantificarla comparativamente en el caso de que se ubique en una extremidad, mediante medidas de circunferencia, perimetrales o una medición en "8" con una cinta métrica.

Una lesión crónica puede acompañarse de una atrofia muscular adyacente. Se debe evaluar el color y la textura de la piel. La piel es un medio de información que el FTD debe saber interpretar: una piel de coloración roja o hiperemia es indicativo de que existe inflamación y es producto de una alteración de la circulación en la que se aumenta el flujo de sangre; una piel azulada es una indicación de cianosis, lo que significa que un color anormal de la piel, producto de niveles altos de hemoglobina desoxigenada que circulan dentro de los capilares dérmicos superficiales y el plexo venoso subpapilar, producto de la hipoxemia que es la oxigenación deficiente de la sangre (35); la presencia de hematomas que indica hemorragia subcutánea.

La evaluación postural tradicional describe la alineación segmentaria en planos anatómicos; sin embargo, el movimiento humano no se organiza únicamente por músculos aislados, sino mediante continuidades miofasciales que distribuyen la tensión mecánica a lo largo de todo el cuerpo. El modelo de meridianos miofasciales descrito por Thomas W. Myers en el libro Anatomy Trains propone doce líneas de transmisión de fuerza que integran estabilidad y movilidad durante el gesto motor.

Desde esta perspectiva, la postura no representa una posición estática sino el resultado de un equilibrio dinámico de tensiones. Cada línea miofascial puede encontrarse en:

- Sobrecarga concéntrica (acortamiento adaptativo)
- Sobrecarga excéntrica (elongación sostenida)
- Alteración del tono basal
- Pérdida de continuidad mecánica

La identificación de estos patrones permite interpretar compensaciones globales que no son detectables mediante una valoración segmentaria aislada.

Descripción de los 12 Meridianos Miofasciales

Línea Posterior Superficial

Esta línea actúa como un caparazón protector que recorre toda la superficie dorsal del cuerpo, desde la punta de los dedos de los pies hasta las cejas. Aunque estructuralmente se divide en dos secciones (de pies a rodillas y de rodillas a frente), cuando nos ponemos de pie con las rodillas extendidas, funciona como una única unidad de transmisión de fuerza integrada (36). Su objetivo primordial es el soporte postural en extensión completa, contrarrestando la fuerza de gravedad que induce la flexión del tronco. Para sostener esta demanda tónica constante, sus componentes musculares presentan una alta densidad de fibras de contracción lenta (tipo I), mientras que sus estructuras fasciales, como la aponeurosis plantar, el tendón de Aquiles, la fascia toracolumbar y el ligamento nucal, poseen un grosor y resistencia superiores (36,37).

Figura 9. *Línea Posterior Superficial*



Fuente: Tomado de Myers (36)

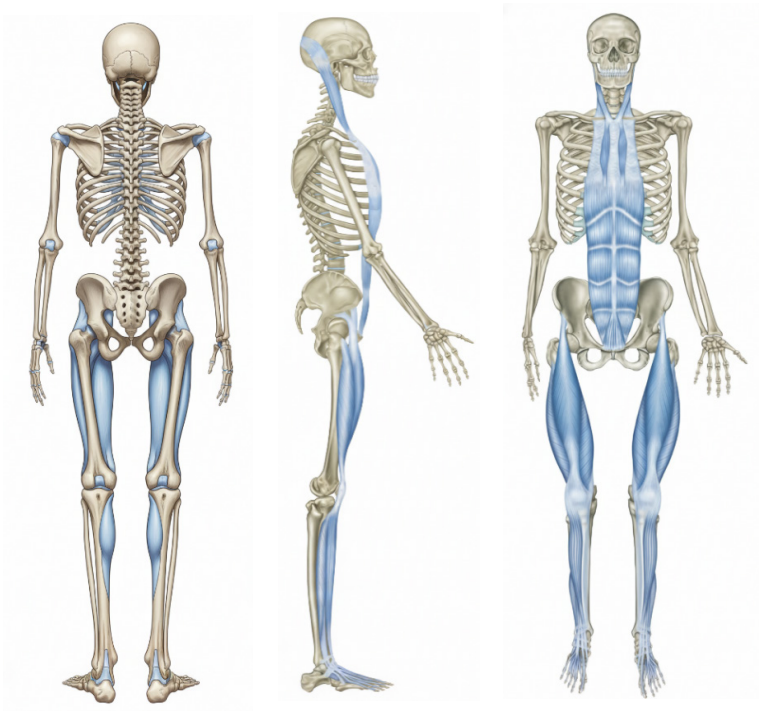
Debido a que su labor de soporte es constante durante todo el día, la Línea Posterior Superficial cuenta con una alta densidad de fibras musculares de contracción lenta, especializadas en la resistencia. Su estructura fascial está reforzada por bandas de alta resistencia, como la aponeurosis plantar, el tendón de Aquiles, los isquiotibiales, el ligamento sacrotuberoso, la fascia toracolumbar y el ligamento nucal (38). Un detalle técnico importante es que, a diferencia de otras articulaciones, en la rodilla la Línea Posterior Superficial realiza flexión hacia atrás, donde sus tendones entrelazados colaboran con los ligamentos cruzados para mantener la alineación entre la tibia y el fémur durante la bipedestación (39).

Línea Frontal Superficial

Es una vía miofascial que integra la superficie anterior del cuerpo, conectando desde la cara dorsal de los dedos del pie hasta la región lateral del cráneo. Estructuralmente, se organiza en dos segmentos principales: de los dedos a la pelvis y de la pelvis a la cabeza. Estos segmentos se unifican funcionalmente en una banda tensional continua cuando la cadera se encuentra en extensión, como ocurre durante la bipedestación (40,41).

Su función postural primordial es el antagonismo equilibrado de la línea posterior superficial. La Línea Frontal Superficial ejerce una tracción superior para sostener las estructuras esqueléticas que se proyectan por delante del eje de gravedad, tales como el pubis, la caja torácica y el macizo facial. Asimismo, contribuye a mantener la rodilla en extensión postural y actúa como una capa protectora para las vísceras de la cavidad ventral (40). En el tobillo, los dorsiflexores limitan el desplazamiento posterior del complejo tibia-peroné, reglando el equilibrio sagital en conjunto con los plantiflexores de la línea opuesta (37).

Figura 10. *Linea Frontal Superficial*



Fuente: Tomado de Myers (40)

En términos de movilidad, la Línea Frontal Superficial genera la flexión del tronco y las caderas, la extensión de la rodilla y la dorsiflexión del pie, o bien resiste los movimientos opuestos. A diferencia de su contraparte posterior (orientada a la resistencia), la musculatura de la Línea Frontal Superficial posee una mayor proporción de fibras de contracción rápida, permitiendo respuestas motoras reactivas y movimientos de flexión potentes y súbitos (42).

Un hallazgo clínico recurrente en la organización de los planos fasciales es la tendencia de la Línea Frontal Superficial a desplazarse en dirección caudal (hacia abajo), lo que suele provocar un desplazamiento compensatorio rostral (hacia arriba) en la Línea Posterior Superficial (43).

Los patrones de compensación postural más frecuentes asociados a la disfunción de la Línea Frontal Superior incluyen:

- Limitación de la plantiflexión del tobillo
- Hiperextensión de la rodilla (Genu recurvatum)

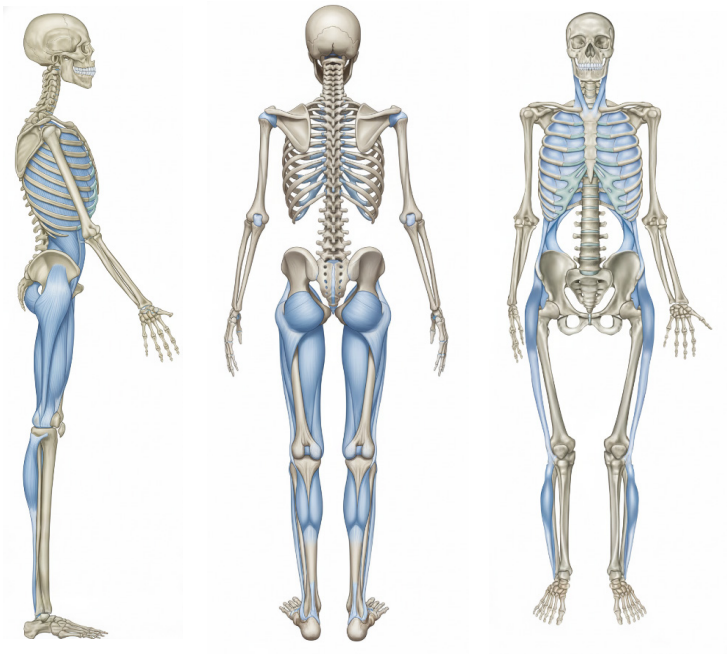
- Inclinación y desplazamiento anterior de la pelvis
- Restricción de la expansión respiratoria en la zona anterior de las costillas
- Protracción cefálica (postura de la cabeza hacia adelante)

Línea Lateral

Esta línea recorre ambos flancos del cuerpo, iniciando en los puntos medios medial y lateral del pie. Asciende por el compartimento lateral de la pierna y el muslo, y continúa por el tronco mediante un patrón de fibras entrelazadas que se extiende bajo el hombro hasta alcanzar la región retroauricular del cráneo (44).

Su función postural principal es el mantenimiento del equilibrio en dos ejes: regula la relación entre la cara anterior y posterior (balance sagital) y coordina la simetría entre los lados izquierdo y derecho (balance bilateral). Actúa como un sistema de estabilización externa para el tronco y los miembros inferiores, trabajando en conjunto para evitar el colapso de la integridad estructural durante la actividad dinámica, completando la estabilidad interna provista por la Línea Frontal Profunda (44).

Figura 11. *Linea Frontal Superficial*



Fuente: Tomado de Myers (44)

En cuanto a la movilidad, la Línea Lateral es la responsable de la flexión lateral del tronco, la abducción de la cadera y la eversión del pie. Además de generar estos movimientos, ejerce una función de control excéntrico o "freno" ajustable para los desplazamientos laterales y las fuerzas rotatorias del tronco, permitiendo una transición suave y controlada entre los diferentes planos de movimiento (37).

Debido a su distancia respecto a la línea media, las dos Líneas Laterales ejercen una palanca mecánica significativamente mayor sobre el esqueleto que las líneas frontal o posterior. Por ello, la Línea Lateral es fundamental para mediar asimetrías bilaterales y debe ser una de las primeras cadenas en ser evaluadas en un plan de intervención global (44).

Las compensaciones posturales y disfunciones más comunes ligadas a la Línea Lateral incluyen:

- Alteración en el pie: pronación o supinación excesiva.
- Limitación de la dorsiflexión del pie
- Desalineaciones de rodilla: Genu varo o Genu valgo
- Restricciones en la aducción o contracción crónica de los abductores
- Compresión o flexión lateral de la columna lumbar (en casos de contracción bilateral)
- Desplazamientos laterales o inclinaciones de la caja torácica respecto a la pelvis
- Restricción de la movilidad del hombro, derivada de su uso compensatorio para estabilizar la cabeza, especialmente en posturas de protracción cefálica

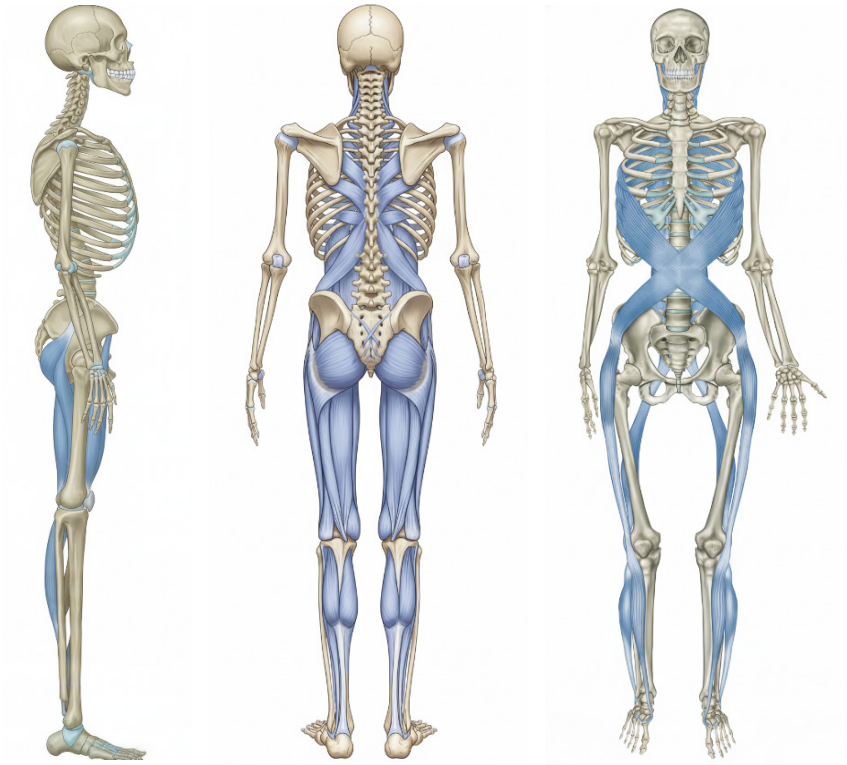
Línea Espiral

Esta línea se organiza en el cuerpo mediante dos hélices opuestas que forman una red doble lazada. Inicia en cada lado del cráneo, cruza la espalda superior hacia el hombro contralateral, rodea las costillas hacia la región anterior y vuelve a cruzarse a la altura del ombligo hacia la cadera. Desde la pelvis, desciende por la cara anterolateral del muslo, cruza la espinilla hacia el arco longitudinal medial, pasa bajo el pie y asciende por la zona posterolateral de la pierna hasta el isquion. Finalmente, se integra en la musculatura de los erectores de la columna para terminar cerca de su punto de origen en el cráneo (45,42).

A nivel postural, la línea espiral envuelve al organismo para facilitar el equilibrio en todos los planos espaciales. Su función principal es vincular la biomecánica

de los arcos del pie con el ángulo pélvico y asegurar un seguimiento eficiente de la rodilla durante la marcha. En situaciones de desequilibrio, esta línea genera o compensa torsiones, rotaciones y desplazamientos laterales. Dado que la mayoría de los individuos presentan dominancias laterales (manuales, podales u oculares), la línea espiral rara vez es simétrica, aunque posee una amplia tolerancia adaptativa funcional (45, 41).

Figura 12. *Linea Espiral*



Fuente: Tomado de Myers (45)

La función motriz global de la Línea Espiral es la creación y mediación de rotaciones en el plano transverso y espirales oblicuas. Mediante acciones excéntricas y contracciones isométricas, esta línea estabiliza el tronco y los miembros inferiores, evitando el colapso rotacional de la estructura durante la carga mecánica (37).

Debido a que gran parte de su recorrido comparte estructuras con las líneas cardinales (Línea Posterior Superficial, Línea Frontal Superficial, Línea Lateral)

y la Línea Braquial Posterior Profunda, cualquier disfunción en la Línea Espiral compromete la operatividad de los demás meridianos miofasciales (45).

Las compensaciones posturales y disfunciones más recurrentes vinculadas a la Línea espiral incluyen:

- Alteraciones en el pie: pronación o supinación asimétrica
- Disfunción de rodilla: rotación interna y desplazamiento medial
- Desalineación pélvica: Rotación de la pelvis respecto a los pies
- Torsión axial: Rotación de la caja torácica sobre la pelvis
- Desequilibrio escapular: un hombro elevado o desplazado anteriormente
- Alteraciones cervicales: Inclinación, desplazamiento o rotación persistente de la cabeza

Línea de los Brazos

El sistema de los miembros superiores se organiza en cuatro meridianos miofasciales distintos que se originan en el esqueleto axial y atraviesan cuatro capas del complejo del hombro. Estas líneas se distribuyen hacia los cuatro cuadrantes del brazo y terminan en puntos específicos de la mano: el pulgar, el dedo meñique, la palma y el dorso (46). A diferencia de los miembros inferiores, cuya función es predominantemente de estabilidad, las líneas de los brazos presentan una mayor cantidad de conexiones miofasciales transversales o cruces. Esta redundancia estructural es necesaria para gestionar los múltiples grados de libertad y la alta movilidad que caracteriza a la articulación glenohumeral y el complejo del codo y la mano (42).

Estructuralmente, las líneas se clasifican de manera lógica según su profundidad y su trayecto respecto al hombro:

- **Línea Frontal Superficial y Profunda:** Ubicadas en la cara anterior del brazo.
- **Línea Posterior Superficial y Profunda:** Ubicadas en la cara posterior del brazo.

Figura 13. *Línea de los Brazos*



Fuente: Tomado de Myers (46)

Líneas Funcionales

Estas líneas representan la extensión de las Líneas de los Brazos a través del tronco hacia la pelvis y la extremidad inferior contralateral. Inversamente, permiten la transferencia de fuerzas desde la pierna hacia el complejo del hombro opuesto. Estas líneas se organizan en tres vías principales:

- Línea Funcional frontal: cruza la cara anterior del torso
- Línea Funcional Posterior: cruza la cara posterior del torso
- Línea Funcional Ipsilateral: conecta el hombro con la parte interna de la rodilla del mismo lado

Figura 14. *Líneas Funcionales*



Fuente: Tomado de Myers (36)

Estructuralmente, las líneas frontal y posterior forman una "X" sobre el tronco, cruzándose en la sínfisis púbica (anterior) y en la unión sacrolumbar (posterior) (46).

A diferencia de los meridianos cardinales, las Líneas Funcionales rara vez intervienen en la modulación de la postura estática relajada. Esto se debe a que están compuestas por tejidos superficiales que se activan principalmente durante el movimiento, lo que reduce su tendencia al acortamiento fascial crónico con fines posturales (37).

Sin embargo, adquieren una función crítica de estabilización postural en posiciones de carga o fuera del eje de reposo, como en levantamientos de peso o inversiones. En estos casos, las Líneas Funcionales distribuyen la tensión hacia abajo para fijar la base de soporte entre la pelvis, las costillas y los hombros, permitiendo un uso eficiente de las extremidades superiores. Si existe una distorsión postural originada en estas líneas, generalmente se manifiesta como el acercamiento de un hombro hacia la cadera contralateral, aunque el origen de este patrón suele residir en capas más profundas o en la Línea Espiral (41).

Línea Frontal Profunda

Esta línea constituye el núcleo estructural del cuerpo. Se sitúa en el plano coronal, mediando entre la Línea Frontal Superficial y la Línea Posterior superficial en el plano sagital, y se encuentra rodeada por las hélices de las líneas Espiral y Funcionales. A diferencia de otros meridianos, la Línea Frontal Profunda debe definirse como un espacio tridimensional volumétrico más que como una simple línea de tracción (47).

Su trayecto se origina en la zona plantar profunda del pie, asciende posterior a la tibia y el peroné, y llega al cuadrante medial del muslo. A nivel de la cadera, la línea se bifurca: una vía anterior pasa frente a la articulación coxofemoral y la columna lumbar, mientras que una vía posterior atraviesa el suelo pélvico. Ambas se reintegran en la región lumbar, donde convergen el complejo del psoas y el diafragma. Desde esta interfase, la Línea Frontal Profunda continúa cefálicamente a través del tórax, rodeando las vísceras torácicas, para finalizar en la base del neurocráneo y el viscerocráneo (37).

Figura 15. *Línea Frontal Profunda*



Fuente: Tomado de Myers (47)

La Línea Frontal Profunda es el eje principal de soporte interno del organismo. Sus funciones posturales clave incluyen:

- Sustentación y gestión de la respuesta del arco longitudinal medial del pie
- Estabilización segmentaria de los miembros inferiores y la articulación de la cadera
- Soporte anterior de la columna lumbar
- Estabilización de la cavidad abdominopélvica y el tórax
- Mantenimiento del equilibrio rítmico de la respiración
- Soporte y balance de la región cervical y el cráneo

Aplicación Clínica en la Evaluación Deportiva

Semiología del Movimiento

Durante acciones deportivas (marcha, carrera, salto, golpeo o cambio de dirección) la producción de fuerza depende del ciclo alargamiento-acortamiento. La fascia participa almacenando y liberando energía elástica, optimizando la eficiencia mecánica. Alteraciones en la sincronización entre líneas miofasciales generan:

- Disminución del Rendimiento Mecánico
- Aumento del Estrés Articular
- Mayor Susceptibilidad a Lesión

Evaluación Funcional

La observación dinámica puede interpretarse como interacción entre sistemas de estabilidad:

Tabla 1. *Integración miofascial por planos del movimiento*

PLANO	INTEGRACIÓN MIOFASCIAL	FUNCIÓN
Sagital	Lineas anterior y posterior	Control flexo-extensor
Frontal	Linea lateral y profundo anterior	Control del apoyo
Transversal	Lineas espirales y funcionales	Transferencia de fuerzas rotacionales

Esto permite correlacionar alteraciones de la técnica deportiva con fallas de transmisión de carga y no únicamente con debilidad muscular local.

Rehabilitación y Prevención

El abordaje basado en cadenas facilita:

- Restaurar la continuidad mecánica
- Mejorar la coordinación intermuscular
- Reducir la recurrencia lesional
- Optimizar la economía del movimiento

La evidencia sobre propiedades viscoelásticas fasciales y transmisión intersegmentaria de fuerzas respalda su integración en programas de prevención primaria y secundaria en deporte.

La inclusión del análisis de cadenas musculares y líneas miofasciales complementa la evaluación postural clásica, aportando una interpretación funcional de la distribución de cargas, la coordinación motora y la eficiencia biomecánica. Su incorporación en la evaluación deportiva previa a la participación permite identificar disfunciones globales del movimiento que pueden influir tanto en el rendimiento como en el riesgo de lesión.

Inspección

La inspección se realiza para identificar deformidades estructurales, asimetrías corporales como las discrepancias en las extremidades, inflamación, edema, cicatrices, fasciculaciones musculares, atrofia, hipertrofia o roturas. Algunas situaciones requieren de solo una observación cuidadosa para identificar deficiencias sutiles (48). Al igual que la observación, la inspección inicia desde el primer contacto del FTD con el deportista y debe realizarse de manera bilateral o comparativa en el caso de las extremidades, inspeccionando también las zonas afectadas por la lesión en busca de:

a) ***Deformidad:*** las deficiencias como desviaciones visuales pueden ser leves, moderadas o severas. Las fracturas o luxaciones generan deformidades en diferentes niveles, con angulaciones o alteraciones claras del contorno fisiológico articular u óseo. Los desplazamientos óseos o articulares significativos por fracturas o luxaciones implican una primera inmovilización y remisión a especialistas. Estos procesos no solo se realizan en ambientes de consulta, sino también en contextos deportivos de atención en campo durante el entrenamiento o la competencia (49).

b) ***Inflamación:*** La aparición, el aspecto y la sensación de una parte del cuerpo inflamada son signos que ayudan a identificar la naturaleza de la lesión. El aumento perimetral de la línea articular en relación con la extremidad contralateral indica presencia de inflamación, mientras que un aumento del perímetro de la masa muscular es señal de hipertrofia o edema. Por lo contrario, la disminución del perímetro de la masa muscular es señal de atrofia. La medición de la inflamación puede cuantificarse por medio de la medición de perímetros. Estas mediciones, aunque requieren menos instrumentos, demuestran una alta confiabilidad entre evaluadores (49).

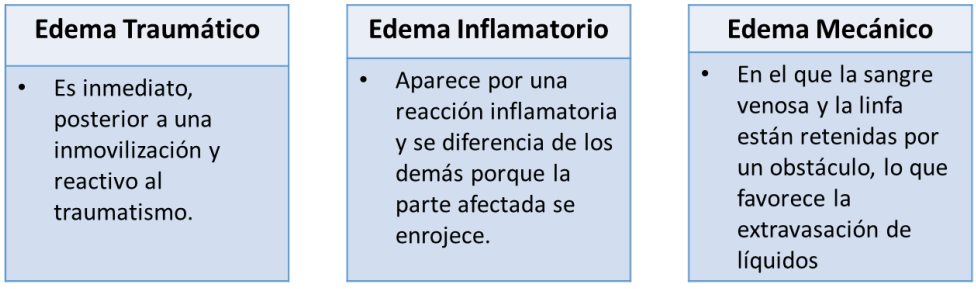
c) ***Evaluación del Edema:*** La inspección de la piel permite identificar signos derivados de los traumas. La observación de la piel da lugar a la identificación de deformidades de la estructura o la extremidad como el hueso, que han sido ocasionadas por fracturas o luxaciones previas. Adicionalmente, también se pueden identificar alteraciones en la integridad de la piel, laceraciones o respuestas a las diferentes agresiones como la tumefacción, las hemorragias o infecciones.

En el momento en que se da un traumatismo, la respuesta inflamatoria es repentina. Por el contrario, si es lenta y progresiva, se debe a movimientos repetitivos y usos excesivos. La respuesta inflamatoria debe ser evaluada por medio de la observación, identificando las características de la piel, el color, si es brillante o lisa, así como también existe borramiento de estructuras subcutáneas como los maléolos o los pliegues cutáneos.

Un edema es un estado patológico de los tejidos que se da producto del aumento anormal y notable de líquido que normalmente rellena los espacios intersticiales. En cuanto a correlación clínica, se debe realizar una diferenciación con la Inflamación, que en este caso obedece a una respuesta defensiva del organismo frente a un agente lesivo interno o externo y, se manifiesta con rubor, tumefacción, calor, dolor o sensibilidad (50).

Un edema localizado se identifica por medio del uso del dedo índice con una presión sobre la zona durante 10 a 15 segundos. Si existe edema, se produce una "fóvea" que permanece en la piel al liberar la presión de la zona levantando el dedo durante 45 segundos aproximadamente. Se debe acompañar de una palpación de la temperatura, la consistencia y así, determinar las diferentes características como blando, depresible, empastado u organizado.

Figura 16. *Clasificación de los edemas*



Fuente: tomado de Gerstner J. Gerstner JB (51).

Perímetros

La cuantificación del edema se realiza por medio de una cinta métrica al realizar una medición alrededor de una articulación en forma de 8. La medición en 8 de las articulaciones permite realizar seguimiento al progreso del edema en el proceso de intervención. El uso previo de esta medida permite evaluar la gravedad de los síntomas mediante la objetivación de los signos, lo que a su vez ayuda a determinar el progreso de la evolución. El uso durante o después de la lesión permite evaluar el progreso del plan de intervención en términos de resolución de la inflamación y restauración del trofismo muscular.

Existe evidencia de la relación directamente proporcional en la producción de fuerza con la masa muscular. La atrofia muscular guarda relación con la disminución de la fuerza (52). La razón principal es dada por el componente de las fibras musculares, en donde el tamaño y capacidad de reclutamiento de estas, influyen en la producción de fuerza (53, 54).

En las diferentes habilidades del FTD, la medición de los perímetros requiere ciertas precauciones como: la tensión exagerada de la cinta métrica para evitar el hundimiento de las estructuras blandas, la tensión muscular del deportista, los puntos de referencia equidistantes cuando las valoraciones son bilaterales y la presencia de síntomas que provoquen malestar en la medición. La fiabilidad de la valoración de perímetros está determinada en la aplicación por un solo profesional, con el objeto de la objetividad de los datos.

La medición del trofismo muscular en las extremidades se debe realizar de manera comparativa o bilateral, las cuales, no deben disertar de 1.5 cm. La cinta métrica requiere una sensibilidad adecuada en las mediciones precisas. Debe existir cautela en la interpretación de los datos teniendo en cuenta las condiciones y características de los deportistas. Algunas estructuras anatómicas pueden afectar los resultados de la medición, por ejemplo, la masa subcutánea puede ocultar un grado de atrofia (55).

Palpación

El FTD tiene de base profesional la fisioterapia, que es una profesión basada en la práctica que incluye la aplicación de técnicas. Si bien uno de los aspectos en los profesionales de la salud es la observación, hay detalles que escapan a la capacidad visual y aquí donde se requiere el uso de la herramienta principal que son las manos. La información obtenida por medio de la observación y la palpación de manera combinada se torna súper importante para identificar deficiencias físicas en los deportistas con traumatismos (56, 57).

La palpación es una parte de la evaluación en donde el FTD toca y siente los tejidos, permitiendo una identificación de daños, cambios o sensibilidad en los tejidos involucrados y que realiza de manera comparativa. El proceso de palpación debe realizarse con base en una secuencia anatómica clara y específica, con inicio en las zonas distales al lugar del trauma, con un avance progresivo hacia la zona afectada. Esta estrategia permite identificar estructuras que pueden tener alguna relación con la sintomatología del paciente y así, identificar zonas afectadas en un segundo plano. Inicialmente como método secuencial, el FTD palpará huesos y ligamentos, posteriormente músculos y tendones. Esta secuencialidad podrá utilizarla en un principio en la palpación de zonas distales (49). El FTD deportivo debe contar con conocimientos idóneos de anatomía, esto permitirá una coherencia entre la ubicación del síntoma o el hallazgo y la estructura comprometida.

En el proceso de la palpación, el FTD podrá encontrar:

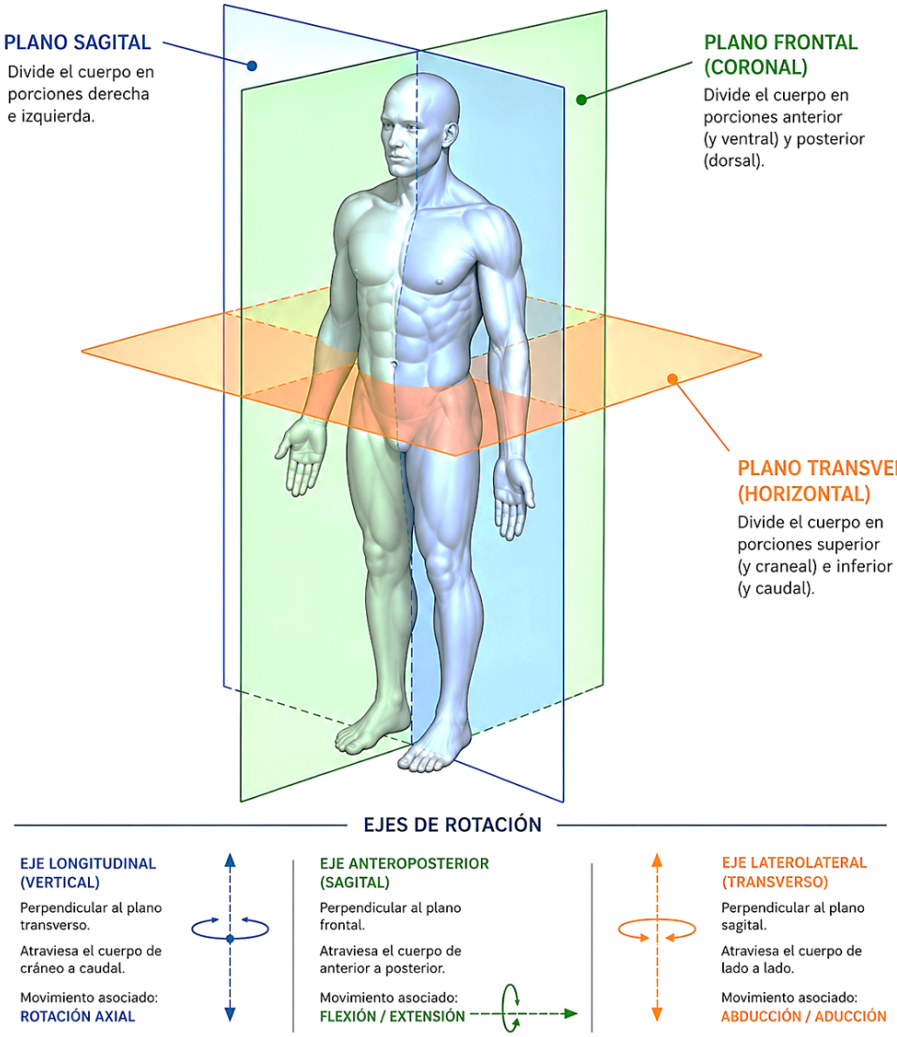
- **Sensibilidad:** Debe iniciar con una presión progresiva que va de menos a más. Acompañe la palpación de una observación crítica de las estructuras que se relacionan con la zona que palpa como prominencias óseas, articulaciones, líneas articulares, entre otras. La palpación debe provocar incomodidad en el deportista, esto significaría un hallazgo en el proceso y debe ser comparativo en la zona simétrica en el caso de palpación del tronco o contralateral en el caso de palpación en las extremidades.
- **Puntos Gatillo**: Las zonas de hipersensibilidad se sitúan en el vientre muscular que, a la palpación, se desencadena un dolor de carácter referido, es decir, se manifiesta en otra zona del cuerpo. Al palpar un punto gatillo, el FTD percibirá unos nódulos pequeños en la zona intervenida.
- **Cambio en la densidad del tejido:** Se debe determinar las diferencias en cuanto a densidad de los tejidos, lo que puede indicar la presencia de un espasmo muscular, hemorragia, edema, proceso cicatrizal u otras afecciones.
- **Crepitación:** El FTD podrá percibir un crujido que se siente al frotar los tejidos. Esto puede indicar la presencia de una fractura al palpar un hueso o inflamación al palpar un tendón, una bursa o la cápsula articular. Estas crepitaciones algunas veces son audibles y se percibe un roce entre las superficies afectadas.

Rango de Movimiento

El rango de movimiento es un arco de movimiento medido en grados que abarca desde el inicio y la culminación del movimiento en un plano determinado, el cual puede suceder de manera monoarticular, es decir, una articulación, o poliarticular, es decir, varias articulaciones (58).

El rango de movimiento es la capacidad que tiene un deportista para poder mover una extremidad mediante un patrón de movimiento específico. Para abordar las diferentes dimensiones del movimiento, esta variable se evalúa de manera activa, pasiva y contra resistencia y, tanto el rango de movimiento activo como el pasivo, puede ser medido por medio de la goniometría (59). La evaluación del rango de movimiento se inicia en la extremidad sana y luego sobre la extremidad afectada, teniendo en cuenta los planos de movimiento (*Plano Sagital = Flexiones y Extensiones; Plano Coronal = Abducciones y Aducciones; Plano Transversal = Rotaciones y/o Desviaciones*). Para dar un ejemplo, el hombro realiza la flexión y extensión sobre el plano sagital, la abducción y aducción de cadera se realizan sobre el plano coronal y la rotación de tronco, rotación de cabeza y la rotación interna y externa de hombro se realizan sobre el plano transversal. Esta evaluación aislada puede que no represente y señales deficiencias en el deportista, sin embargo, el movimiento funcional que es una sumatoria de movimientos en diferentes planos, puede generar dolor o limitaciones durante el movimiento (58).

Figura 16. *Planos y Ejes de Movimiento*



Fuente: Tomado y modificado de White(60). Imagen mejorada digitalmente utilizando [ChatGpt].

La evaluación del rango de movimiento se realiza por medio de la goniometría y tiene como intención cuantificar la integridad tanto de los componentes articulares que corresponden al hueso, los ligamentos, las cápsulas articulares, las bursas y el cartílago como de los tejidos como los músculos.

Las deficiencias de los componentes articulares son informadas por el deportista durante el rango de movimiento activo y pasivo en la misma dirección. El dolor normalmente se refiere al final del rango de movimiento una vez que los tejidos se compriman entre los segmentos óseos. Las deficiencias de los tejidos contráctiles son referidas por los deportistas en la misma dirección del rango de movimiento activo y posteriormente se informa de un dolor en la dirección contraria del movimiento durante el rango de movimiento pasivo. Este dolor del tejido contráctil aparece debido a la tensión ejercida sobre el tejido. Durante el rango de movimiento activo, la tensión del tejido contráctil se exacerba producto de la contracción voluntaria del músculo agonista que produce el movimiento de la extremidad. Por otro lado, el rango de movimiento pasivo genera una mayor tensión del tejido contráctil a medida que se estira el músculo por parte del FTD (59).

Goniometría

La palabra Goniometría viene de dos palabras griegas: "*Gonia*" que significa "*Angulo*" y "*Metron*" que significa "*Medida*". En conclusión, la goniometría es la medición de ángulos creados en las articulaciones humanas por los huesos del cuerpo al realizar un movimiento (60, 61). El FTD mide el movimiento por medio del goniómetro, ubicando sus brazos tanto móvil como fijo en los segmentos óseos o estructuras de referencia. Esta estrategia se convierte en una parte fundamental de un examen físico en el ámbito deportivo, dependiendo del contexto, lo que permite:

- Apoyar el establecimiento de un diagnóstico
- El desarrollo de objetivos de intervención
- Generar un seguimiento al proceso de intervención con relación a los objetivos de trabajo

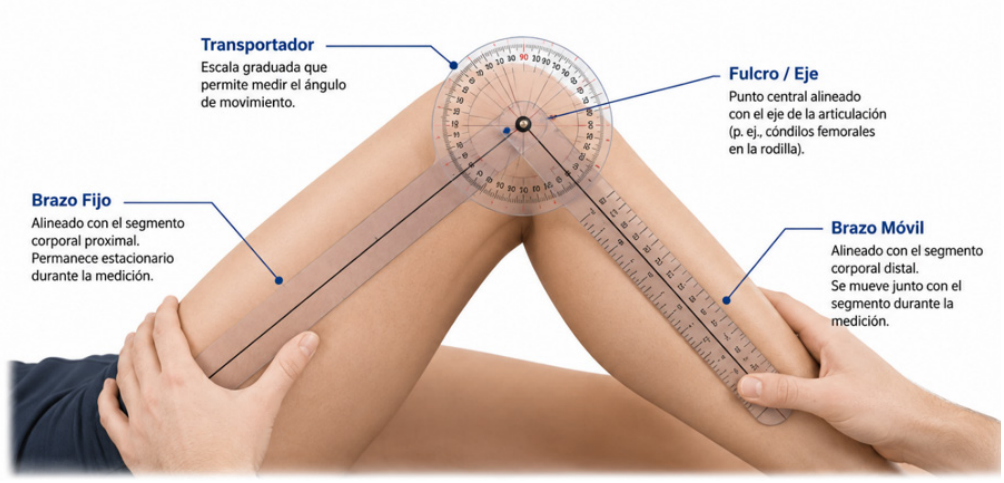
En la evaluación del rango de movimiento, se encuentra el Rango de Movimiento Activo, lo cual ayuda a detectar movimientos anormales. Posteriormente, se realizarán movimientos pasivos con el objetivo de identificar las razones de los movimientos activos anormales como limitaciones articulares, los tejidos que limitan el movimiento, la detección del dolor y la cuantificación del movimiento. Posterior a la evaluación de movimiento activo y pasivo, si evalúa el rango de movimiento resistido por medio de contracciones isométricas con resistencia, a partir de pruebas de integridad y movilidad articular, lo que pretende identificar estructuras anatómicas con deficiencias.

Figura 17. *Goniómetro Universal*



El goniómetro cuenta con tres partes: el primero es el eje que es donde se sostiene el goniómetro y genera su movilidad. El siguiente es el brazo fijo que tiene una estrecha relación con el eje y, por último, está el brazo móvil que se moverá con el segmento que produce el movimiento y marcará el grado de movimiento.

Figura 18. *Posicionamiento del goniómetro en el segmento*



Fuente: Tomado y modificado de White(60)

La evaluación del rango de movimiento por medio del goniómetro inicia desde la posición de 0˚ en la mayoría de las evaluaciones y el ángulo de medición. El rango de movimiento normal varía de acuerdo con las características del individuo como la edad, el sexo, los antecedentes, entre otros.

Para medir el rango de movimiento son aceptados tres sistemas que son de 0˚ a 180˚, el de 180˚ a 0˚ y el de 360 grados. El sistema a de 0˚ a 180˚ que es el sistema más utilizado a nivel mundial, inicia con las articulaciones de las extremidades superiores e inferiores se encuentran en 0˚ de flexión-extensión y aducción-abducción cuando el deportista o paciente se encuentra en posición anatómica, iniciando el rango de movimiento en 0˚ hasta intentar llegar a los 180˚. El sistema de 180˚ a 0˚, determina la posición anatómica como 180˚. El rango de movimiento inicia en 180˚ y avanza hacia 0˚. El sistema de 360˚, determina la posición anatómica como 180˚. Los movimientos de flexión y abducción comienzan en 180 grados y avanza en un movimiento hacia los 0˚ grados (62, 63).

Tabla 2. *Sistemas de Medición con Goniómetro universal*

Sistema de 0° a 180°	Determina el punto de inicio anatómico de 0° para todas las articulaciones, excepto el antebrazo, que está completamente supinado. La extensión de una articulación se registra como 0°, y cuando la articulación se flexiona, el movimiento avanza hacia 180°.
Sistema de 180° a 0°	La extensión neutra en cada unión se registra como 180°; el movimiento hacia la flexión se acerca a 0°, y el movimiento hacia la extensión más allá del punto neutro también se acerca a 0°.
Sistema de 360°	La posición 0° de cada articulación es la flexión completa, la extensión neutra se registra como 180° y los movimientos hacia la extensión más allá del enfoque neutral 360°.

Fuente: Tomado de American Academy of Orthopaedic Surgeons: Joint Motion: Methods of Measuring and Recording. Chicago, American Academy of Orthopaedic Surgeons (62) y Reese N, Bandy W. (63)

Tabla 3. *Rangos de Movimiento Articular*

Articulación	Grados	Articulación	Grados
Hombro		**Columna Toraco-Lumbar**	
Flexión	150-180	Flexión	60-80
Extensión	50-60	Extensión	20-30
Abducción	180	Inclinación	25-35
Rotación Medial	70-90	Rotación	30-45
Rotación Lateral	90	**Cadera**	
Codo		Flexión	100-120
Flexión	140-150	Extensión	30
Extensión	0	Abducción	40-45
Radioulnar		Aducción	20-30
Pronación	80	Rotación Medial	40-45
Supinación	80	Rotación Lateral	45-50
Muñeca		**Rodilla**	
Flexión	60-80	Flexión	135-150
Extensión	60-80	Extensión	0-10
Desviación Radial	20	**Tobillo**	
Desviación Ulnar	30	Dorsiflexión	20
Columna Cervical		Plantiflexión	40-45
Flexión	45-60	**Subtalar**	
Extensión	45-75	Inversión	30-35
Flexión Lateral	45	Eversión	15-20
Rotación	60-80		

Fuente: Tomado de Heyward (64)

Cinemática

Es el estudio del movimiento y sus características desde una visión espacial y temporal, sin tener en cuenta las fuerzas que causan el movimiento. Esto lleva consigo el análisis del movimiento de un cuerpo con relación a la velocidad que

lleva, un cuerpo que tan alto llega o que tan lejos viaja, siendo así, la posición, la velocidad y la aceleración las variables de interés en un análisis cinemático (65). La cinemática contiene dos subcategorías que son la artrocinemática y la osteocinemática (66, 29).

Artrocinemática

Esta rama estudia el movimiento real de las superficies articulares entre sí. Además de analizar el brazo de palanca del hueso, las carillas articulares giran, se deslizan y ruedan (48). Los análisis utilizan únicamente los conceptos de Rotación o Giro, Rodamiento y Deslizamiento, si el movimiento es curvilíneo, quiere decir entonces que la rotación y el rodamiento se combinan para dar una descripción artrocinemática (67).

Osteocinemática

Esta rama se encarga del estudio del movimiento general de los ejes de los segmentos óseos más que al movimiento de las superficies articulares. Los movimientos de los ejes de los huesos por lo general se describen con relación al movimiento angular o giratorio, alrededor de un eje de movimiento. La goniometría mide los ángulos creados por el movimiento giratorio de los ejes de los huesos (60).

Rango de Movimiento Activo

El Rango de Movimiento se da por medio de los movimientos fisiológicos y accesorios. Los *Movimientos Fisiológicos* son movimientos que un deportista o un paciente puede realizar de manera activa, es decir, el deportista es quien genera el movimiento. Los movimientos fisiológicos retan la amplitud y la integridad de las articulaciones, el control neuromuscular y la capacidad del paciente o deportista para generar un movimiento de manera voluntaria. El movimiento fisiológico se afecta por factores tanto propios del deportista como del entorno. Los *Movimientos Accesorios* por su parte, son aquellos los cuales el deportista o el paciente no puede realizar de manera activa o voluntaria y, que, por el contrario, son generados por fuerzas externas (29).

El Rango de Movimiento Activo (RMA) es un movimiento generado por el deportista, en el cual realiza una contracción muscular y con ello, el FTD evalúa el movimiento fisiológico y la osteocinemática. Para que se pueda dar un movimiento fisiológico u osteocinemático, deben ocurrir los movimientos accesorios o artrocinemáticos. Para dar un ejemplo, en la flexión de la articulación glenohumeral (osteocinemática), la cabeza humeral debe deslizarse hacia abajo (artrocinemática) (49).

La evaluación del RMA busca determinar la voluntad y la capacidad del deportista para mover una parte de su cuerpo a través del rango de movimiento disponible. Al existir la incapacidad de hacerlo, esto sugiere que el deportista presenta dolor o un déficit neuromuscular. Es importante que el FTD observe y analice si durante los movimientos activos, el deportista realiza compensaciones o movimiento anormales, asimismo, mirar las expresiones fasciales del deportista, las cuales pueden enmascarar algún síntoma en algún arco doloroso que puede dar la impresión diagnóstica de una compresión o un pinzamiento.

Al contraerse un músculo se ejerce tensión sobre el mismo tejido muscular, la unión miotendinosa, el tendón y la unión hueso-tendón. Si la estructura presenta inflación o afectación de la integridad del tejido, el dolor se desencadena por la contracción y a su vez, limita el movimiento.

Otros factores como los bloqueos articulares, derrame articular, edema, tensión capsular, contracturas musculares, hipertrofia o hiperplasia muscular, exceso de tejido adiposo y generación ineficiente de los músculos son algunos que pueden limitar el movimiento (68).

Imagen 1. *Prueba de Rango de Movimiento Activo en Hombros*



Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

Imagen 2. *Prueba de Rango de Movimiento Activo en Tronco*

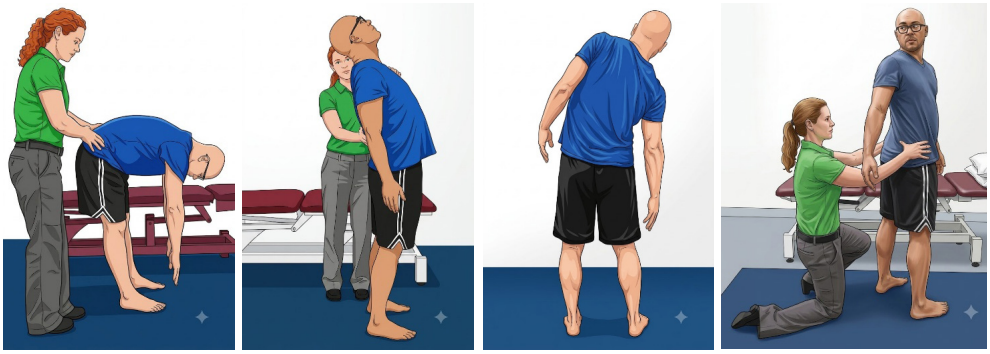


Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

Imagen 3. *Prueba de Rango de Movimiento Activo en Miembros Inferiores*



Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

Rango de Movimiento Pasivo

El movimiento pasivo es un arco de movimiento en donde el deportista o el paciente no realiza el movimiento de manera voluntaria, sino que el movimiento es producido por una fuerza externa, la cual procede del FTD. La evaluación del Rango de Movimiento Pasivo (RMP) proporciona datos sobre la integridad de las estructuras articulares o, como lo llama Cyriax en 1982, elementos no contráctiles o inertes (69). Estas estructuras, al ser sometidas a una fuerza externa, se tensan cuando la articulación se lleva al final del rango de movimiento disponible. Es importante mencionar que, aunque los músculos no se activan o contraen durante el RMP, sí tienen influencia en el grado de movimiento. Si el músculo cuenta con un acortamiento, esta característica impedirá un arco de movimiento completo (60).

En términos generales, el RMP es levemente mayor que el RMA. Esto se explica en que las articulaciones tienen una pequeña cantidad de movimiento que no está bajo el control voluntario y, que, en el RMA, cuenta con el estiramiento de los tejidos que rodean la articulación y a la reducción de volumen de los músculos relajados en comparación con los músculos en contracción (70).

En el momento en que el FTD realiza la evaluación del movimiento pasivo, el deportista o paciente debe estar lo suficientemente relajado, en una posición cómoda y segura. Esto permitirá que exista la menor resistencia interna posible (60).

En los casos en los que el deportista o el paciente no logre alcanzar el rango anatómico completo, el final del movimiento se denomina límite patológico. Es decir, el FTD utiliza sus manos para percibir la *sensación final* del tejido que limita el movimiento. La sensación final puede ser dura u ósea, abrupta o firme (ligamentosa), blanda (aproximación de tejido) o elástica (tendinosa). La sensación final permite orientar al FTD para identificar qué tejido puede ser la causa de la pérdida de movimiento (68).

La presencia de dolor en la evaluación del RMP se convierte en un factor limitante. Al realizar la evaluación, el FTD no detectará resistencia del tejido, sino que el deportista impedirá de manera activa que se complete el movimiento.

Tabla 4. *Sensaciones Finales*

Sensaciones Finales Normales		
Sensación Final	**Descripción**	**Ejemplo**
Suave	Aproximación de Tejido Blando	Flexión de rodilla (contacto entre los tejidos blandos de la parte posterior del muslo y la pierna)
Firme	Estiramiento Muscular	Flexión de cadera con la rodilla estirada (tensión pasiva de los isquiotibiales)
	Estiramiento Capsular	Extensión de las articulaciones metacarpofalángica de los dedos (tensión de la capsula anterior)
	Estiramiento de los ligamentos	Supinación del Antebrazo (tensión en el ligamento radiocubital palmar de la articulación radiocubital inferior, membrana interósea, cordón oblicuo)
Duro	Contacto hueso con hueso	Extensión del codo (contacto entre el olecranon y la fosa olecraneana del humero)
Sensaciones Finales Anormales		
Sensación Final	**Descripción**	**Ejemplo**
Suave	Ocurre en una articulación que normalmente tiene una sensación final firme o dura. Se siente pantanoso.	Edema de tejido blando Sinovitis
Firme	Ocurre en una articulación que normalmente tiene una sensación final blanda o dura.	Aumento del tono muscular Acortamiento capsular, muscular, ligamentoso y fascial.
Duro	Ocurre en una articulación con una sensación final suave o firme. Se siente un bloqueo o rejilla ósea.	Condromalacia, Osteoartritis, fragmentos óseos intraarticulares, miositis osificante, fractura
Vacía	No hay una sensación final real porque el dolor impide llegar al final del Rango de Movimiento. No se percibe resistencia excepto por la inmovilización muscular protectora o espasmo muscular.	Inflamación articular aguda, Bursitis, Absceso, Fractura, Trastorno psicógeno

Fuente: Tomado de White (60)

Cuando el FTD realiza la valoración del RMP, este debe ser comparativo con la extremidad y articulación contralateral. El FTD debe identificar si hay alguna limitación del rango (hipomovilidad) o exceso de movilidad (hipermovilidad o laxitud) y si existe dolor. En este sentido, es importante tener claro para efectos preventivos que las articulaciones que presentan hiperlaxitud son más sensibles a esguinces de ligamentos, derrame articular, dolor crónico, luxaciones, lesiones recurrentes, paratenonitis producto de la inestabilidad o falta de control estático y osteoartritis precoz. Por otra parte, las articulaciones hipomóviles tienen mayor sensibilidad a provocar distensiones musculares, síndromes de pinzamiento de nervios y paratenonitis producto del estrés excesivo.

Adicionalmente a las articulaciones hipomóviles e hipomóviles, el FTD podrá encontrar otras anomalías como son la *Hipomovilidad Miofascial* que consiste en el acortamiento adaptativo o hipertonicidad de los músculos o de adherencias o cicatrices postraumáticas; la *Hipomovilidad Periarticular* cuyo origen es capsular o ligamentoso es producto de adherencias, cicatrices, artritis, artrosis, fibrosis o adaptación del tejido, donde la limitación del movimiento está presente en todas las direcciones y no en la misma cantidad en cada dirección; la *Hipomovilidad Patomecánica* se da producto de un trauma articular ya sea micro o macro, que conlleva a una limitación en una o más direcciones. La evaluación realizada por el FTD debe ser minuciosa; puede revelar articulaciones hipomóviles en una dirección e hipomóviles en otra dirección (24).

Rango de Movimiento Resistido

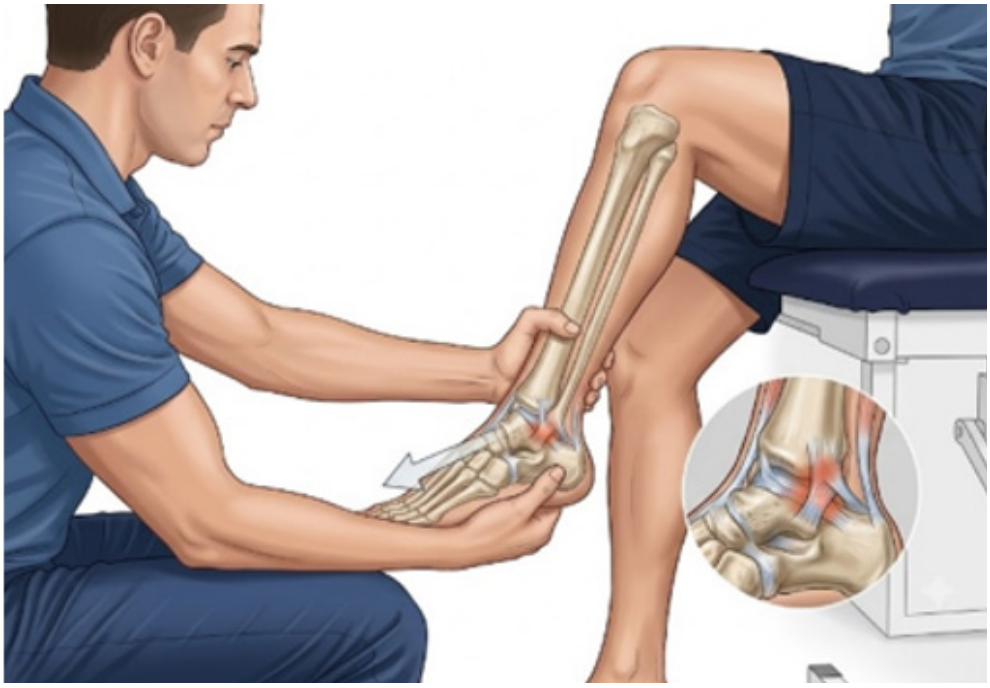
El RMR permite evaluar la fuerza de un grupo muscular a lo largo de un plano de movimiento. No obstante, habitualmente los movimientos que se evalúan en las Pruebas Musculares Manuales son los mismos utilizados en el RMR. Para dar un ejemplo, la fuerza de los isquiotibiales es evaluada mediante la flexión de la rodilla. El RMR evalúa la fuerza del grupo muscular a lo largo del Rango de Movimiento Completo con relación al plano de movimiento y su provecho se relega al momento de querer determinar una debilidad general. Esto significa que al realizar la evaluación del RMR y aparece un síntoma de dolor, esta afección no puede relacionarse con el músculo, debido a que otros tejidos están siendo tensionados (49).

Pruebas de Integridad Articular

Estas pruebas son aplicadas con la intención de identificar el grado de estabilidad articular como una crepitación, pérdida de control o rendimiento, las cuales, se realizan teniendo en cuenta la información obtenida en la evaluación subjetiva, manifestada por el deportista al sufrir un traumatismo agudo. La identificación

de inestabilidades articulares conlleva generar intervenciones preventivas y pruebas adicionales. La inestabilidad articular puede ser ocasionada con o sin un traumatismo. En 1984, Gerber & Ganz describieron que la inestabilidad es un continuo de elementos que van desde un dolor al movimiento, pasando por la subluxación y finalizando con la luxación (71). Las pruebas de integridad articular buscan llevar la articulación hacia la inestabilidad, provocando síntomas en el deportista o signos como un desplazamiento articular mayor a lo normal en comparación con el lado no afectado, por tal motivo, el FTD debe aplicar las pruebas con apropiación, precaución y sentido común. Las pruebas no deben aplicarse en una estructura con luxación reciente o posterior a una intervención o reducción quirúrgica. Dentro de las precauciones, el FTD debe identificar la presencia de laxitud, lo cual, es una indicación de inestabilidad, por lo cual, al realizar una prueba, esta será positiva, lo que indicará pruebas complementarias diagnósticas como una resonancia magnética. Algunos de los hallazgos de los procesos inestables son la incongruencia articular, las inestabilidades estáticas o ligamentarias y capsulares y las estructuras miofasciales son las principales señales de la inestabilidad articular.

A continuación, se presentan pruebas específicas que identifican inestabilidad articular derivada de alteraciones ligamentosas o capsulares en extremidades tanto superiores como inferiores. El FTD debe escoger las convenientes de acuerdo con lo investigado en los procesos de examinación.



Prueba de Cajón Anterior
Integridad del liga*mento Taloperoneo Anterior*

Posición del Paciente: Sentado en el borde de la camilla con flexión de rodilla evitando la participación del gastrocnemio.

Posición del FTD: Sentado frente al deportista, con una mano estabilizando la pierna sin obstruir la mortaja. La otra mano cubre el calcáneo mientras el antebrazo mantiene el pie en una leve plantiflexión (10 a 20°).

Procedimiento: El FTD realiza un desplazamiento del calcáneo y el astrágalo hacia delante mientras se estabiliza la pierna.

Prueba Positiva: Se percibe un ruido tipo "clanc" cuando el astrágalo se subluxa y se reduce o el deportista manifiesta dolor.



Prueba de Inversión Forzada
Integridad del Ligamento Calcaneoperoneo

Posición del Paciente: Sentado en el borde de la camilla.

***Posición del* FTD:** Sentado frente al deportista. Una mano asegura el calcáneo y el astrágalo, manteniendo el tobillo en posición de dorsiflexión de 10° para aislar el ligamento Calcaneoperoneo. La otra mano estabilizará la pierna, donde el pulgar o el índice se ubicará a lo largo del ligamento Calcaneoperoneo para poder distinguir el astrágalo fuera de la mortaja.

Procedimiento: La mano que sostiene el calcáneo provoca una inversión del pie, generando una inclinación del astrágalo.

Prueba Positiva: Se percibe separación aumentada, por encima de los 10°, al compararlo con el lado no afectado. También puede manifestar dolor el deportista.



Prueba de Cajón Anterior

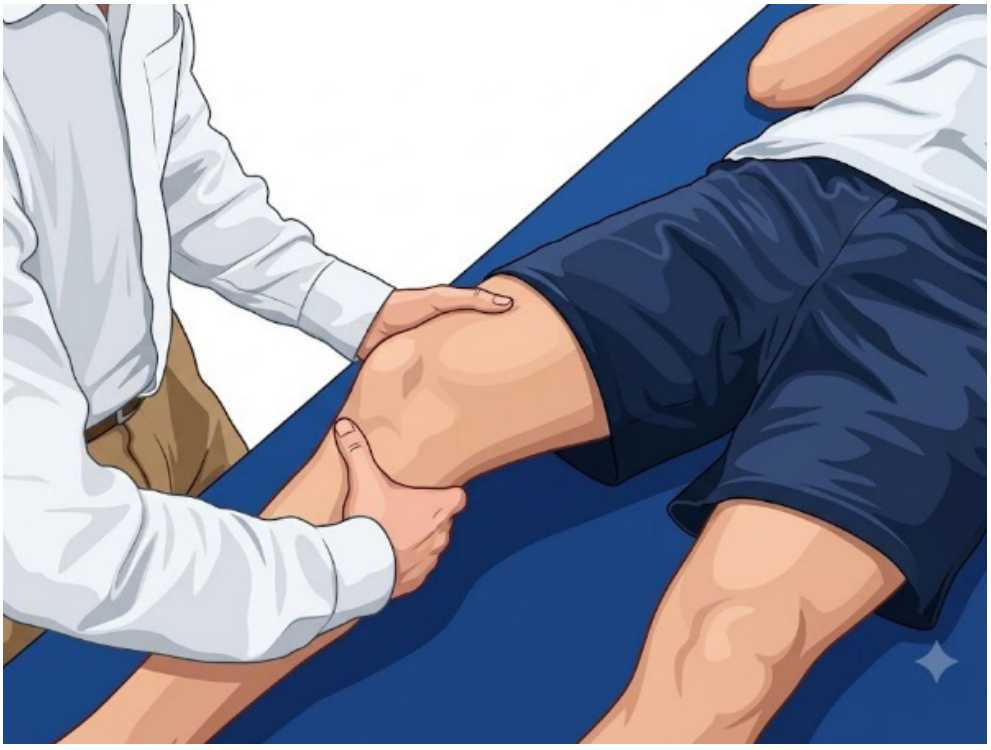
Integridad del ligamento Cruzado Anterior

Posición del Paciente: Cubito supino en la camilla. Cadera en flexión de 45° y rodilla en flexión de 90°

Posición del FTD: Sentado en la camilla frente a la rodilla afectada. El FTD rodea la tibia con las dos manos por debajo de la línea articular. Se ubican los pulgares sobre el tendón rotuliano.

Procedimiento: El FTD desplazara la parte proximal de la tibia hacia atrás o posterior.

Prueba Positiva: Se percibe un desplazamiento posterior de la tibia en comparación con el miembro sano o ausencia de tope firme.



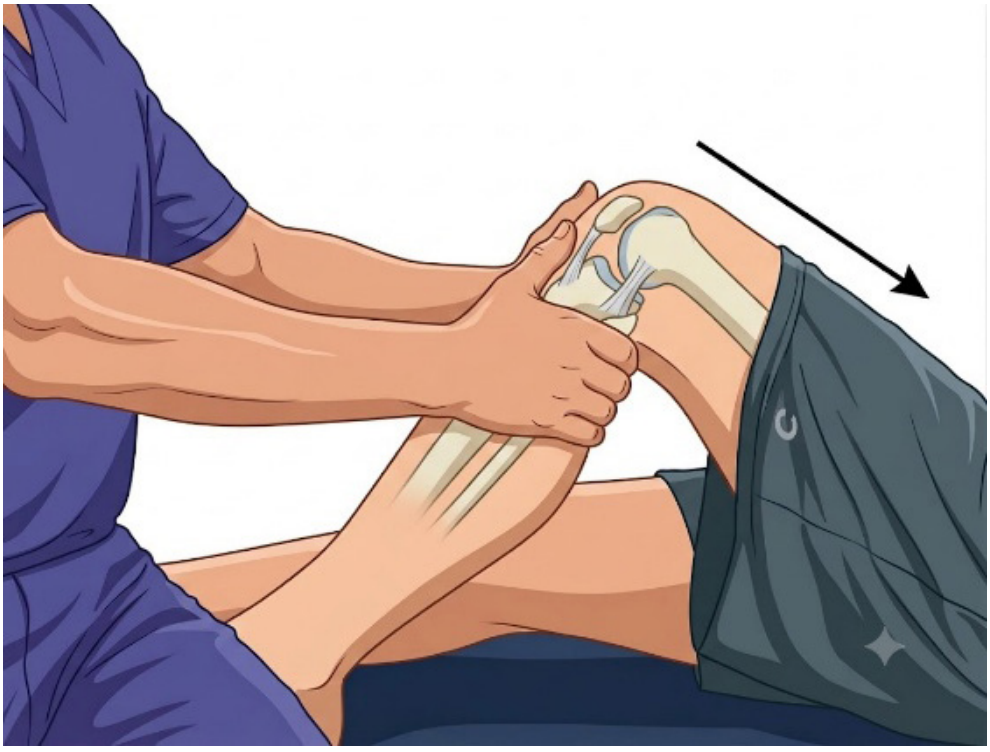
Prueba de Lachman
Integridad del ligamento Cruzado Anterior

Posición del Paciente: Cubito supino en la camilla. Rodilla en flexión pasivamente a 20-25°.

Posición del FTD: Una mano sostiene la tibia a nivel proximal, y la otra mano sostiene el fémur a nivel distal.

Procedimiento: El FTD mientras sostiene la posición de la pierna, desplazara la tibia anteriormente mientras estabiliza el fémur.

Prueba Positiva: Se evidencia un aumento en el desplazamiento anterior de la tibia.



Prueba de Cajón Posterior
Integridad del ligamento Cruzado Posterior

Posición del Paciente: Cubito supino en la camilla. Cadera en flexión de 45° y rodilla en flexión de 90°

Posición del FTD: Sentado en la camilla frente a la rodilla afectada. El FTD rodea la tibia con las dos manos por debajo de la línea articular. se ubican los pulgares a lo largo de la línea articular a cada lado del tendón rotuliano. Los índices palparan los tendones de los músculos isquiotibiales asegurando su relajación.

Procedimiento: El FTD desplazara la tibia hacia adelante.

Prueba Positiva: Se percibe un desplazamiento anterior de la tibia en comparación con el miembro sano.



Prueba de Bostezo Medial o Estrés en Valgo

Integridad medial de la capsula articular y el ligamento Colateral Medial

Posición del Paciente: Cubito supino en la camilla. Rodilla en el borde de la camilla.

Posición del FTD: De pie al lado de la camilla con la extremidad del deportista que está comprometida. Con una mano sostiene la cara lateral del tercio distal del fémur y con la otra sostiene la cara medial del tercio proximal de la tibia. La pierna del deportista está a 25° de flexión.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza en valgo de rodilla.

Prueba Positiva: Se evidencia un aumento en el del espacio articular o dolor en la zona comprometido.



Prueba de Bostezo Lateral o Estrés en Varo

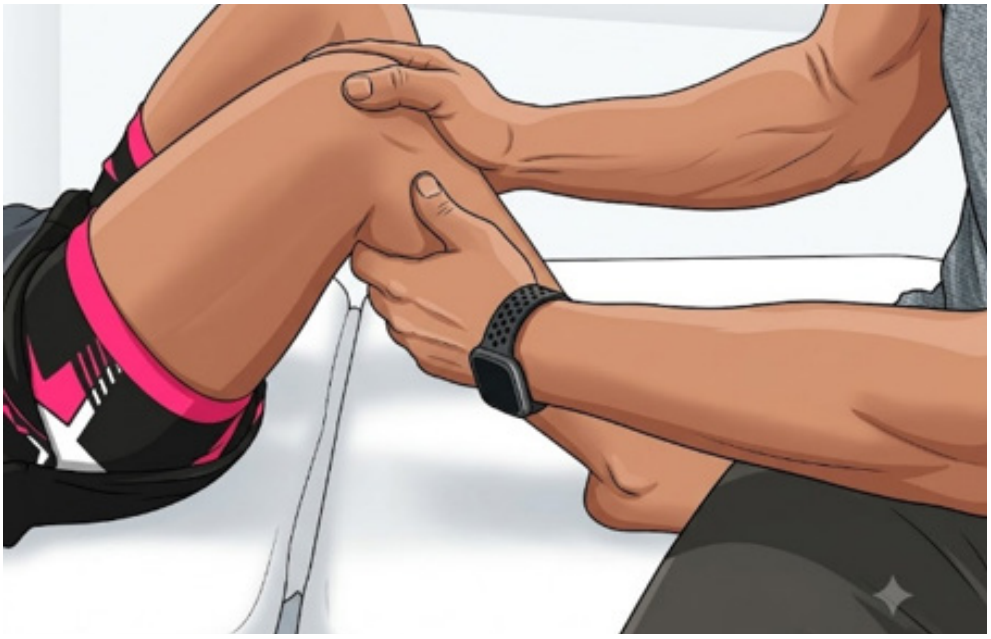
Integridad lateral de la capsula articular y el ligamento Colateral Lateral

Posición del Paciente: Cubito supino en la camilla. Rodilla en el borde de la camilla.

Posición del FTD: De pie al lado de la camilla con la extremidad del deportista que está comprometida. Con una mano sostiene la cara medial del tercio distal del fémur y con la otra sostiene la cara lateral del tercio proximal de la tibia. La pierna del deportista estará a 25˚ de flexión.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza en varo de rodilla.

Prueba Positiva: Se evidencia un aumento en el del espacio articular o dolor en la zona comprometido.



Prueba de Estabilidad Tibioperonea Proximal

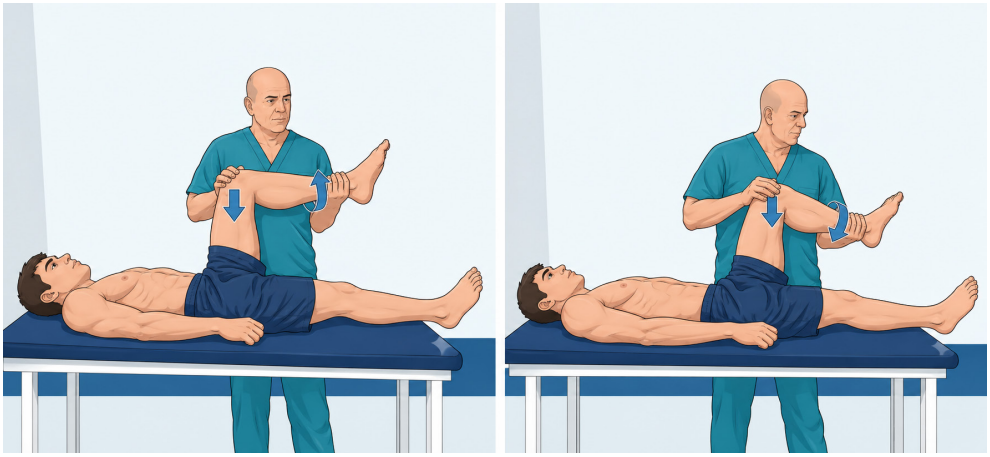
Sindesmosis Tibioperonea Proximal

Posición del Paciente: Cubito supino en la camilla. Cadera en flexión de 45˚ y rodilla en flexión de 90˚

Posición del FTD: De pie al lado del deportista, una mano estabiliza la tibia mientras la otra toma la cabeza del peroné.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza para desplazar la cabeza del peroné en dirección anterior y luego en dirección posterior.

Prueba Positiva: Se evidencia cualquier movimiento del peroné sobre la tibia en comparación con la pierna no afectada o dolor durante la prueba.



Prueba de McMurray

Integridad de cuernos anterior y posterior de Meniscos

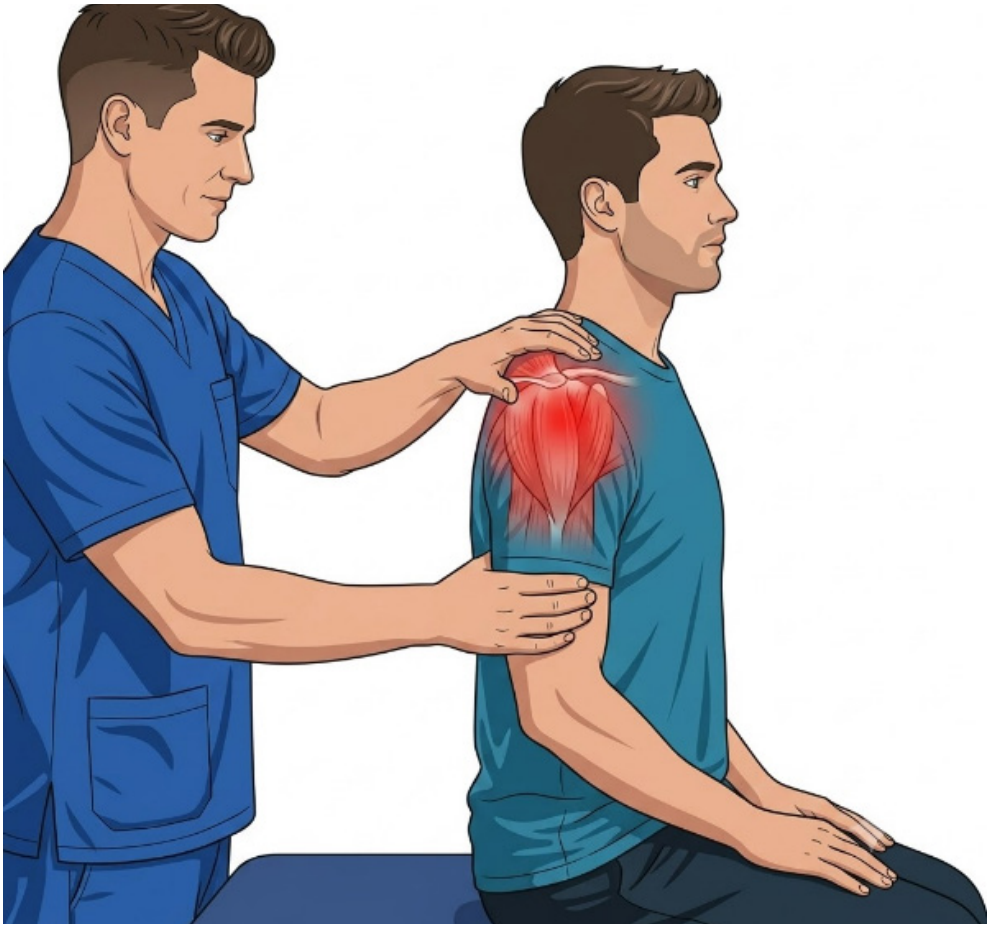
***Posición del Pacien**te*: Cubito supino en la camilla.

***Posición del FT**D*: De pie al lado de la camilla con la extremidad del deportista que está comprometida. Con una mano sostiene la parte inferior de la pierna mientras los dedos pulgar e índice de la otra mano se ubican en las líneas articulares Anteromedial y anterolateral a ambos lados del tendón rotuliano.

***Procedimient**o*:

1. Con la tibia en posición neutra, se aplica una tensión en valgo mientras se flexiona la rodilla a través de su amplitud de movimiento. Posteriormente, se aplica una fuerza en varo mientras se extiende la rodilla.
2. Se re realizara una rotación interna de la tibia con una tensión en valgo al mismo tiempo que se flexiona la rodilla. A continuación, se aplica tensión en varo mientras se extiende la rodilla.
3. Con la tibia en rotación externa, el FTD aplica una tensión en valgo mientras se flexiona la rodilla. Posteriormente, se aplicará una tensión en varo mientras se extiende la rodilla.

Prueba Positiva: Se sentirá un "chasquido" o un bloqueo articular de la rodilla o dolor parecida al producido al caminar.



Prueba de Tracción Acromioclavicular

Integridad Articulación Acromioclavicular

Posición del Paciente: Sentado o de pie con el brazo colgando a un lado del cuerpo.

Posición del FTD: De pie al lado de la camilla con la extremidad del deportista que está comprometida. Con una mano toma el humero en el tercio distal por encima de los epicóndilos. La otra mano palpara la articulación acromioclavicular.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza de tracción hacia abajo sobre el humero.

Prueba Positiva: Se evidencia un aumento del desplazamiento inferior del humero y la escapula, provocando una deformidad en escalón, dolor o ambos.



Prueba de Compresión Acromioclavicular

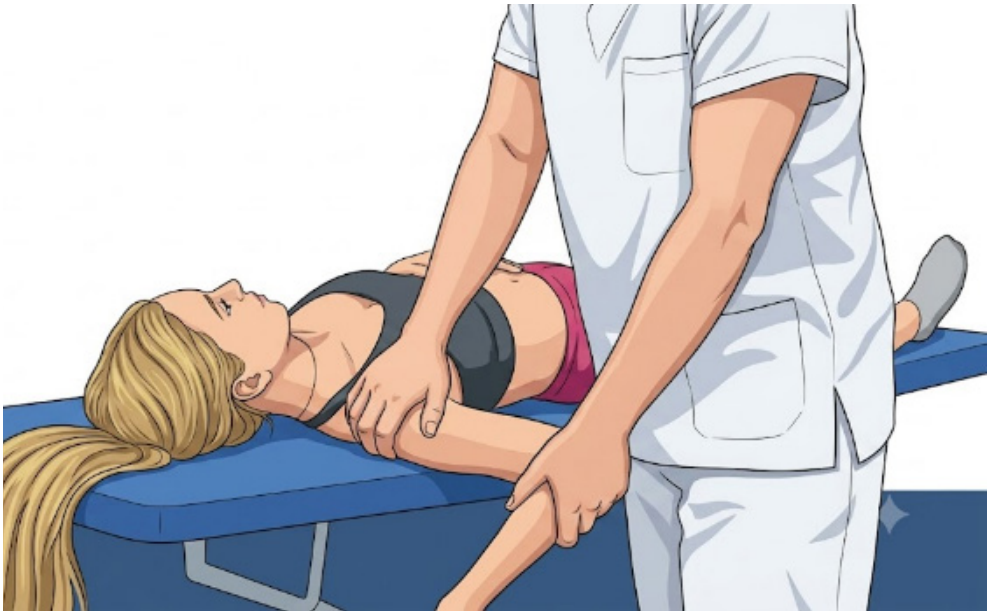
Integridad Articulación Acromioclavicular

Posición del Paciente: Sentado o de pie con el brazo colgando a un lado del cuerpo**.**

Posición *del* FTD: De pie al lado de la camilla con la extremidad del deportista que está comprometida. Las manos cubren las zonas articulares anteriores y posteriores**.**

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza de compresión tratando de juntar las manos sobre la articulación acromioclavicular**.**

Prueba Positiva: Se evidencia dolor en la articulación acromioclavicular o un movimiento no fisiológico de la clavícula sobre el acromion.



Prueba de Aprehensión Glenohumeral Anterior

Integridad Articulación Glenohumeral

Posición del Paciente: De cubito supino, con el hombro a abducido 90° y el codo flexionado 90°.

Posición del FTD: De pie al lado de la camilla con la extremidad del deportista que está comprometida. El FTD sujeta la articulación glenohumeral con una mano, mientras sujeta el antebrazo en el tercio proximal.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza forzando una rotación externa pasiva y una presión sobre el antebrazo.

***Prueba* Positiva:** El deportista manifiesta la sensación de que el hombro se le va a salir y opone una resistencia, acompañado de dolor en la zona posterior del hombro.



Prueba de Aprehensión Glenohumeral Posterior

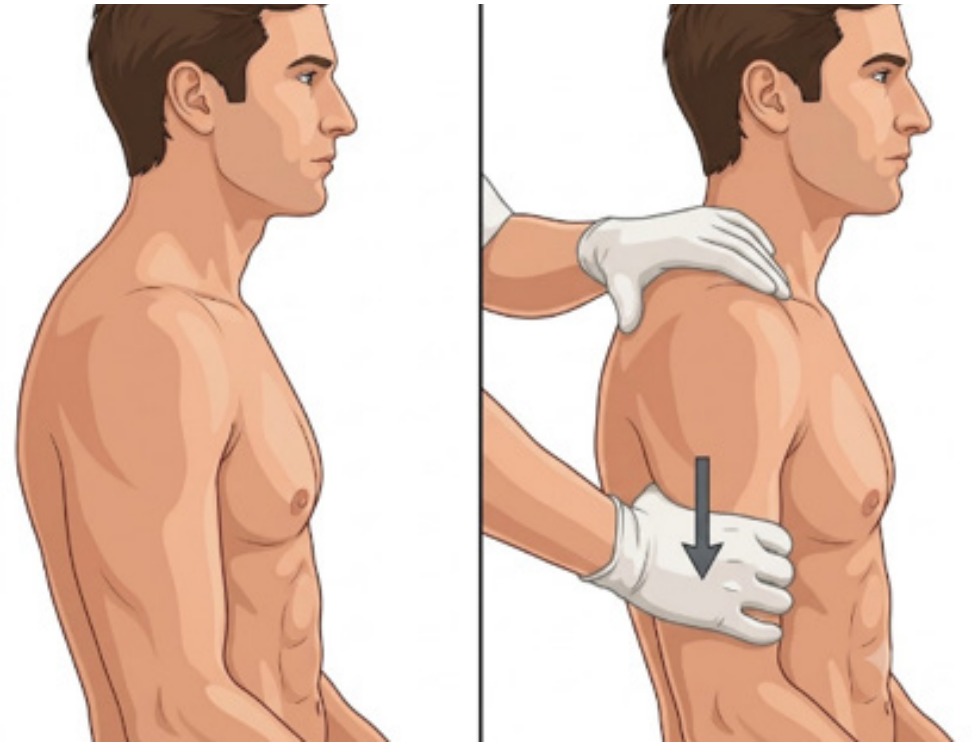
Integridad Articulación Glenohumeral

Posición del Paciente: De cubito supino, con el hombro a flexionado 90˚ y el codo flexionado 90˚.

Posición del FTD: De pie al lado de la camilla con la extremidad del deportista que está comprometida. Una mano sostendrá la parte proximal del antebrazo y la otra mano estabiliza la parte posterior de la escapula.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza de compresión longitudinal al eje del humero, promoviendo un movimiento posterior de la cabeza del humero sobre la fosa glenoidea.

Prueba Positiva: El deportista expresa sentir aprensión y activación muscular para evitar el desplazamiento posterior exagerado del hombro.



Prueba del Surco

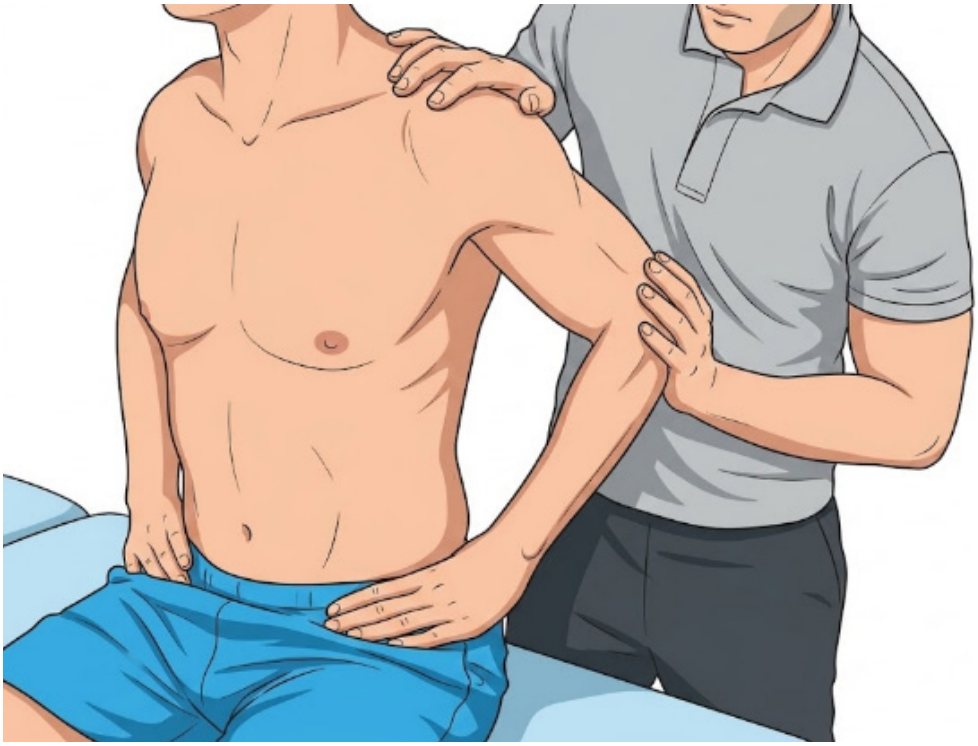
Integridad Articulación Glenohumeral

Posición del Paciente: Sentado, con el brazo al costado.

Posición del FTD: De pie al lado de la extremidad del deportista que está comprometida. El FTD sujeta la parte distal del antebrazo con una mano, mientras estabiliza la escápula.

Procedimiento: El FTD aplicará una fuerza de tracción inferior desde el antebrazo.

Prueba Positiva: Se identifica un surco debajo del acromion por laxitud glenohumeral superior.



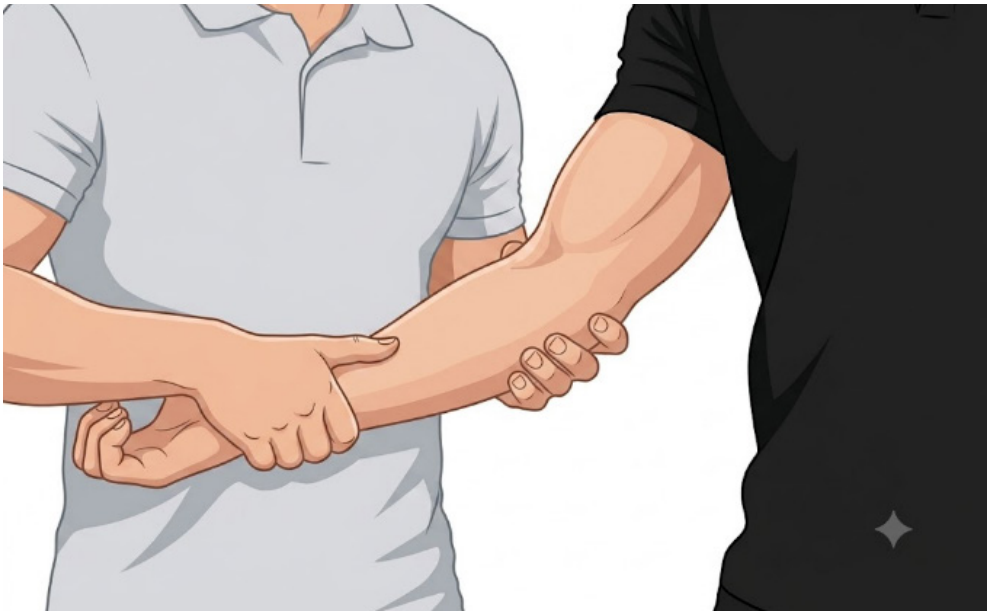
Prueba de Deslizamiento Anterior
Integridad Articulación Glenohumeral

Posición del Paciente: Sentado o de pie, con las manos en las caderas, pero los pulgares en la parte posterior.

Posición del FTD: Detrás del deportista, con una mano sobre el hombro con el índice lateral al acromion sobre la articulación glenohumeral. La otra mano estará detrás del codo de la extremidad a evaluar.

Procedimiento: El FTD aplicará una fuerza en dirección anterior del hombro.

Prueba Positiva: Se presenta dolor, chasquido o una crepitación en el hombro debajo del índice del FTD.



Prueba de Estrés en Valgo o Bostezo Medial

Integridad Ligamento Colateral Medial

Posición del Paciente: Sentado, con el codo en flexión de 10 a 25˚ y el humero en rotación externa.

Posición del FTD: De pie al lado de la extremidad del deportista que está comprometida. El FTD con una mano sujeta la cara lateral del codo con los dedos sobre la cara medial del codo. La otra mano sujeta la cara medial del tercio distal del antebrazo.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza en valgo sobre el codo. Se repite la prueba en diferentes grados de flexión.

Prueba Positiva: Se identifica aumento de la laxitud medial articular y/o dolor.



Prueba de Estrés en Valgo o Bostezo Medial

Integridad Ligamento Colateral Lateral

Posición del Paciente: Sentado, con el codo en flexión de 10 a 25˚.

Posición del FTD: De pie medial de la extremidad del deportista que está comprometida. El FTD con una mano sujeta la cara medial del codo con los dedos sobre la cara lateral del codo. La otra mano sujeta la cara lateral del tercio distal del antebrazo.

Procedimiento: El FTD aplicara una fuerza en varo sobre el codo. Se repite la prueba en diferentes grados de flexión.

Prueba Positiva: Se identifica aumento de la laxitud medial articular y/o dolor.

Prueba Muscular Manual

La prueba muscular manual (PMM) es una estrategia que permite evaluar función y fuerza de los músculos o grupos musculares a partir de un movimiento específico, con relación a la fuerza de gravedad y la resistencia aplicada manualmente (72). La evaluación de la fuerza muscular implica para el FTD un conocimiento rígido de anatomía y biomecánica, que incluye el conocimiento sobre la relación entre los músculos, los huesos y los tendones, así como también comprender la función muscular y articular. Adicionalmente, el FTD debe contar con una habilidad establecida de observación y palpación, las cuales permitirán identificar vestigios o contracciones musculares mínimas tanto visibles como palpables.

Además de evaluar la fuerza, la PMM permite identificar si al aplicar una resistencia manual se reproduce dolor en los músculos o grupos musculares.

El proceso de evaluación requiere un proceso coherente a partir de contactos manuales y comandos verbales al paciente, lo que permite una comunicación bidireccional asertiva. Durante la evaluación, la extremidad evaluada del deportista o paciente se estabiliza a nivel proximal con el fin de no incentivar movimientos compensatorios que enmascaren la posible debilidad del músculo o grupo muscular a evaluar. La carga o resistencia se aplica a nivel distal sobre la extremidad con la que el músculo evaluado se relaciona o se inserta. Este posicionamiento de estabilización y resistencia no se realiza a nivel biopoliarticular.

Imagen 4. *Prueba muscular manual del grupo de músculos isquiotibiales*

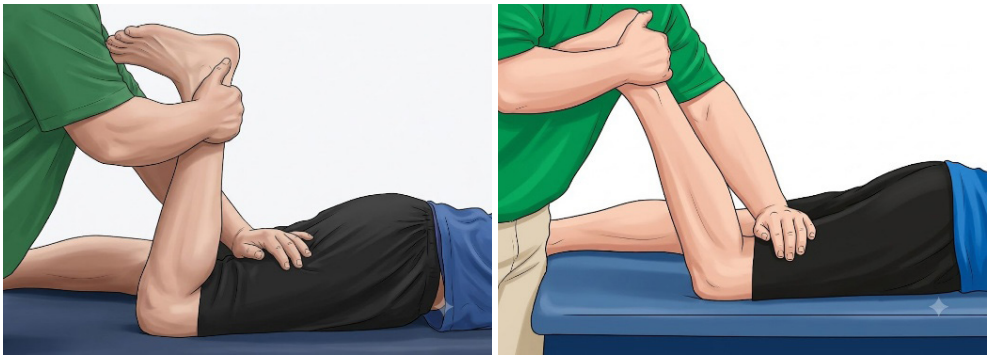


Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

Imagen 5. *Prueba muscular manual del grupo de músculos responsables de la Flexión, Extensión Aducción y Abducción de Hombro*

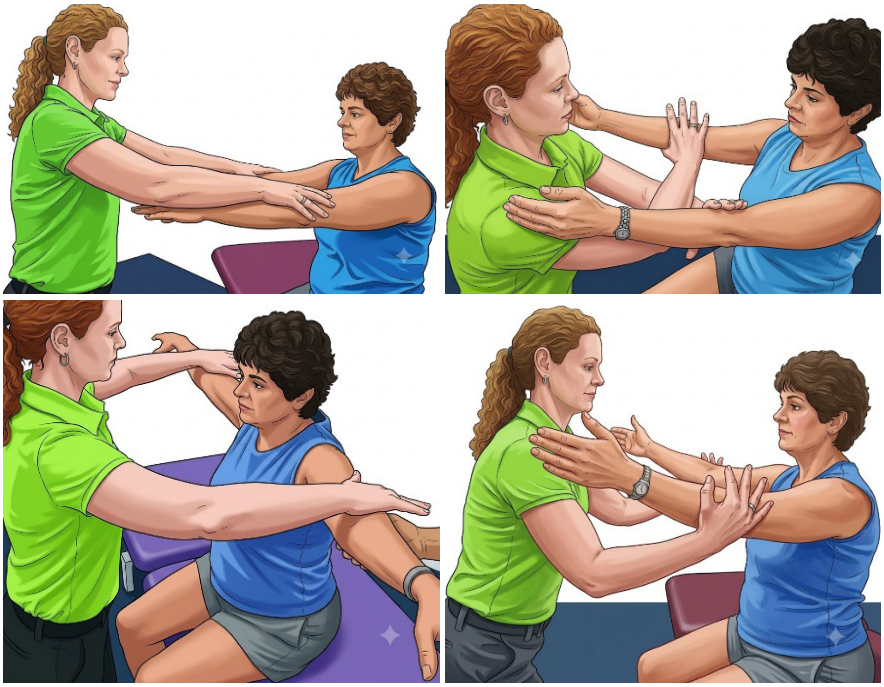


Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

Imagen 6. *Prueba muscular manual del grupo de músculos responsables de la Rotación Medial y Lateral de Hombro*

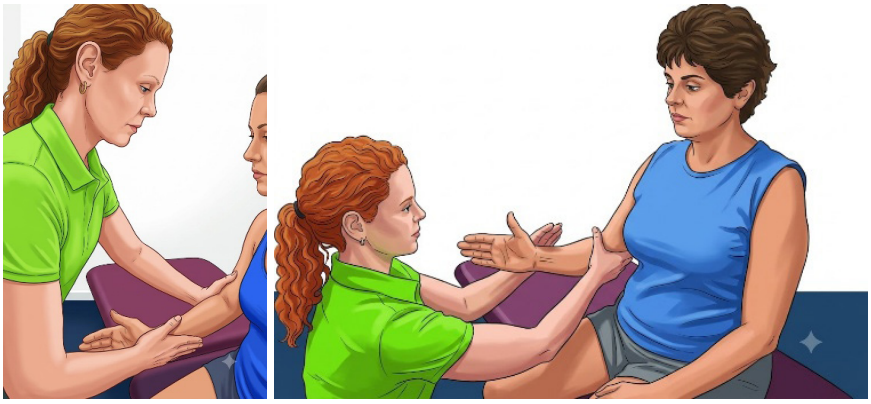


Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

Imagen 7. *Prueba muscular manual del grupo de músculos responsables de los movimientos del tronco*



Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

Imagen 8. *Prueba muscular manual del grupo de músculos responsables de los movimientos de la cadera y la rodilla*



Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Gemini].

La *compensación* sucede en el momento en que el deportista realiza cambios posturales con el fin de sustituir una pérdida de movimiento o debilidad, como la que habitualmente sucede al sustituir con la elevación de la escápula, la incapacidad de una abducción de hombro. Otra forma de compensación también se da por medio de *sustitución* muscular, especialmente por grupos musculares proximales, como sucede cuando se contrae el trapecio superior

durante la abducción de hombro para compensar una deficiencia del tendón del supraespinoso (49). Cuando el FTD detecta que el deportista o paciente realiza compensaciones, es necesario disminuir la carga o resistencia aplicada.

Al realizar la PMM el FTD evalúa el movimiento como *Fuerte*, *Débil*, *Doloroso* o *Indoloro*.

Tabla 5. *Sistema Cyriax para Diferenciar Lesiones Musculares*

Fuerte e Indoloro	Musculo Normal
Fuerte y Doloroso	Lesión menor en alguna parte del músculo o tendón (distensión de primer o segundo grado)
Débil e Indoloro	Rotura completa de un músculo o tendón o algún trastorno del sistema nervioso
Débil y Doloroso	Lesión macroscópica del tejido contráctil (rotura de músculo o tendón, afectación de nervio periférico o raíz nerviosa; si el movimiento es débil y sin dolor, primero se debe sospechar afectación neurológica o rotura de tendón)

Fuente: Tomado de Prentice (59)

Pruebas Musculares Específicas

Estas pruebas son utilizadas por el FTD con el fin de valorar la fuerza y la integridad de músculos específicos y no de grupos musculares. Al realizar las pruebas, el FTD deberá identificar cualquier dolor o debilidad. Posteriormente y, de acuerdo con el resultado, deberá calificar la fuerza muscular del paciente. Deberá ser comparativo con la extremidad no afectada. La debilidad o dolor provocado al realizar las pruebas puede ser causado por diferentes factores como la distensión muscular, inhibición del dolor/reflejo, lesión de nervio periférico, lesión de la raíz nerviosa (miotoma), distensión del tendón, avulsión o superposición psicológica.

Tabla 6. *Esquema de Clasificación de Pruebas Musculares Específicas*

Grado 5	Normal	El ROM completo contra la gravedad y la posición de prueba se mantiene bajo la máxima resistencia.
Grado 4	Bueno	ROM completo contra la gravedad y la posición de prueba se mantiene bajo una resistencia mínima
Grado 3	Aceptable	Rango completo de movimiento (ROM) contra el efecto de la gravedad.
Grado 1	Debilidad	Rango completo de movimiento (ROM) solo en un plano horizontal.
Grado 1	Vestigio	Detección de actividad contráctil, pero sin movimiento resultante.
Grado 0	Sin Actividad	El músculo está completamente inerte ante la palpitación o la inspección visual.

Fuente: Tomado de Prentice (59)

Desbalance Muscular

El desbalance muscular ocurre cuando hay una alteración en la relación de fuerza entre un músculo agonista (que realiza una acción) y un músculo antagonista (que se opone a esa acción). La tensión excesiva en el músculo agonista puede inhibir al músculo antagonista, lo que se conoce como inhibición recíproca. Esto puede generar debilidad funcional en los músculos antagonistas.

Además, este desbalance afecta la alineación postural. Por ejemplo, una articulación puede posicionarse hacia el músculo agonista tenso, mientras que el músculo antagonista permanece alargado desde su posición normal. Esto altera la relación longitud-tensión del músculo antagonista y reduce su capacidad para producir fuerza (71). Es decir, a medida que se alarga el músculo antagonista, existen menos puentes cruzados que se alinean, reduciendo la capacidad de producir fuerza muscular. Esto provoca que el deportista genere compensaciones, confiando involuntariamente en los músculos sinérgicos de los músculos débiles, aumentando el riesgo de lesiones.

Fuerza Resistencia

Se reconoce como la tensión muscular generada y mantenida que es capaz de permanecer sin que disminuya la efectividad de la fuerza durante un tiempo prolongado (73).

Flexiones de Brazos o Flexiones de Pecho

Su objetivo es medir la fuerza de resistencia de la musculatura de los miembros superiores y pectorales. El individuo se coloca en posición de decúbito prono (boca abajo) con las manos apoyadas en el suelo, los brazos extendidos y los pies también apoyados en el suelo para formar un plano inclinado. Guiada por el comando verbal del fisioterapeuta, la persona realiza flexiones de brazos manteniendo el cuerpo recto hasta tocar el pecho y la barbilla con el suelo. Se anota el número de repeticiones realizadas correctamente en un período de 60 segundos (74).

Tabla 7. *Valores de Prueba de Flexión de Brazos por edad*

Hombres						
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	≥39	≥36	≥30	≥25	≥21	≥18
Muy Bueno	29-38	22-29	33-37	17-24	13-20	11-17
Bueno	23-28	22-26	17-21	13-16	10-12	8-10
Regular	18-22	17-21	12-16	10-12	7-9	5-7
Requiere Mejora	≤17	≤16	≤11	≤9	≤6	≤4
Mujeres						
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	≥33	≥30	≥27	≥24	≥21	≥17
Muy Bueno	25-32	21-29	20-26	15-23	11-20	12-16
Bueno	18-24	15-20	13-19	11-14	7-10	5-11
Regular	12-17	10-14	8-12	5-10	2-6	2-4
Requiere Mejora	≤11	≤9	≤7	≤4	≤1	≤1

Fuente: Tomado de Heyward (75)

Flexión de Tronco o Abdominales

Esta prueba tiene como objetivo evaluar la fuerza de los músculos abdominales y su resistencia local. El deportista se acuesta boca arriba (decúbito supino) con las rodillas ligeramente flexionadas. Luego, a una señal acústica, el ejecutante realiza flexiones del tronco durante un período de 60 segundos, contando el número de repeticiones.

Tabla 8. *Valores de Prueba de Abdominales por edad*

Clasificación/Edad	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
Excelente	>43	>39	>33	>27	>24	>23
Bueno	37-43	33-39	27-33	22-27	18-24	17-23
Arriba de Mediano	33-36	29-32	23-26	18-21	13-17	14-16
Mediano	29-32	25-28	19-22	14-17	10-12	11-13
Debajo de mediano	25-28	21-24	15-18	10-13	7-9	5-10
Malo	18-24	13-20	7-14	5-9	3-6	2-4
Muy Malo	<18	<13	<7	<5	<3	<2

Fuente: Tomado de Sandoval y Calero (74)

Flexibilidad

La flexibilidad es una cualidad dada por las estructuras blandas (músculo, tendón, ligamentos) para alargarse a través del rango de movimiento disponible de una articulación (76) que, a su vez, es la capacidad de desplazar una articulación o varias articulaciones a través de ROM completo sin restricciones ni dolor (77).

La disminución de la flexibilidad está relacionada con la reducción en la actividad de un individuo (74). La inactividad está dada habitualmente por el proceso de inmovilización requerido para la reparación tisular tras una lesión deportiva. Al ocurrir una lesión deportiva, se corre el riesgo de que se dé una pérdida de la capacidad de movimiento normal.

El tejido conectivo involucrado en una lesión y su reparación son los que determinan, junto a las estrategias terapéuticas usadas, el grado o límite del movimiento normal de las articulaciones. Estas alteraciones pueden generarse por la presencia de dolor, inflamación, espasmos musculares o rigidez de la musculatura, así como la inactividad que provoca el acortamiento del tejido conjuntivo y muscular, o una combinación de estos factores (78).

Los diferentes tejidos blandos y su composición son los principales limitadores fisiológicos de la flexibilidad y contribuyen con la resistencia al movimiento de acuerdo con su composición: Cápsula Articular: 47% Músculo y fascia Muscular: 41% Tendones y Ligamentos: 10% Piel: 2% (64).

El rango de movimiento y la flexibilidad pueden evaluarse de diferentes maneras. Es difícil estimarlo de manera exacta. Existe actualmente una gran cantidad de elementos que permiten acercarse a lo que se intenta medir. Estos elementos han sido construidos teniendo en cuenta las consideraciones anatómicas, morfológicas y fisiológicas, y la complejidad del movimiento. Y a su vez estas consideraciones tienen relación con el tipo de movimiento que se quiere evaluar. Los movimientos fisiológicos representan la mayor parte del rango y se miden por medio del goniómetro. Los movimientos accesorios suceden simultáneamente con el movimiento fisiológico y su precisión es un reto. Se han sugerido una serie de dispositivos y maniobras que permiten su estimación, como, por ejemplo, la valoración de los isquiotibiales y la espalda baja se puede realizar por medio del cajón de Sit and Reach (23).

El propósito de evaluar la flexibilidad es identificar aquellos músculos que se encuentran acortados y que influyen en el rango de movimiento. Los rangos de movimientos forzados generan acciones de compensación muscular y

de movimiento en las actividades deportivas y, se convierten en factores de riesgo en la aparición de lesiones deportivas.

Test de Sit and Reach

La flexibilidad de los músculos de la parte baja de la espalda y los isquiotibiales se utiliza en la prueba de Sit and Reach (79). Inicialmente, el deportista debe mantener la posición de sedente con las extremidades inferiores totalmente estiradas o extendidas, los glúteos y la espalda deben estar contra la pared, que será la posición de referencia. Desde esta posición, el deportista deberá extender los brazos y las manos en dirección hacia adelante. Las manos estarán paralelas una encima de la otra con los dedos extendidos. Posteriormente, empujará la rejilla hasta donde pueda y sin despegar la cabeza ni los hombros de la pared. La segunda parte continúa con el deportista sentado con las piernas estiradas, con los pies sobre el borde de la caja. A la señal, el deportista flexionará el tronco para empujar con ambas manos la reglilla hasta conseguir la mayor distancia posible de tres intentos. Se debe tener en cuenta que en ningún momento el deportista debe doblar las rodillas, de lo contrario, la prueba no contará (64, 74).

Figura 19. *Cajón de Sit and Reach, para medir la excursión de los músculos isquiotibiales y la espalda baja*



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

Tabla 9. *Valores de la prueba de Sit and Reach por sexo y edad*

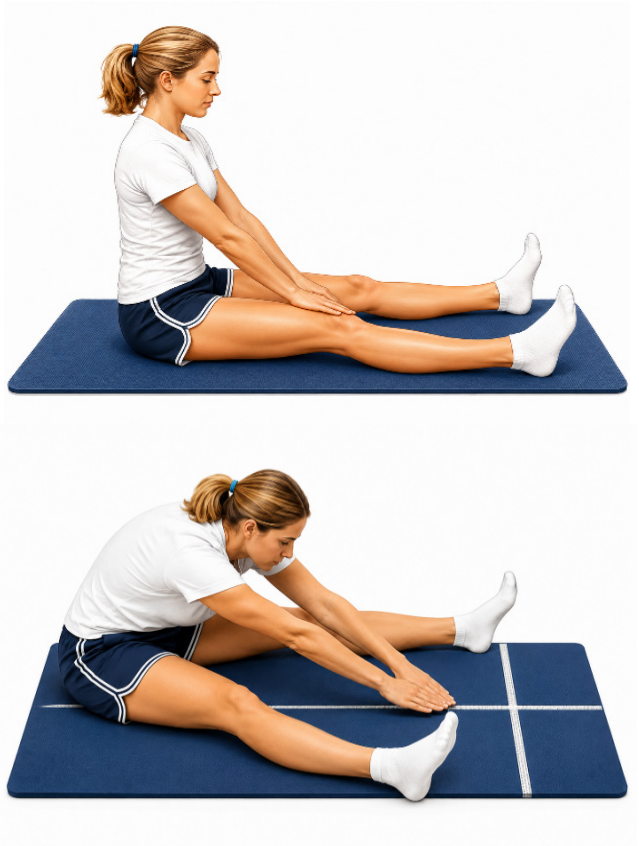
Hombres						
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	≥39	≥40	≥38	≥35	≥35	≥33
Muy Bueno	34-38	34-39	33-37	29-34	28-34	25-32
Bueno	29-33	30-33	28-32	24-28	24-27	20-24
Regular	24-28	25-29	23-27	18-23	16-23	15-19
Requiere Mejora	≤23	≤24	≤22	≤17	≤15	≤14
Mujeres						
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	≥43	≥41	≥41	≥38	≥39	≥35
Muy Bueno	38-42	37-40	36-40	34-37	33-38	31-34
Bueno	34-37	33-36	32-35	30-33	30-32	27-30
Regular	29-33	28-32	27-31	25-29	25-29	23-26
Requiere Mejora	≤28	≤27	≤26	≤24	≤24	≤22

Fuente: Tomado de Heyward (64)

Alternativas

- Se puede utilizar una cinta adhesiva y una cinta métrica. La cinta métrica se posicionará sobre el piso, donde el deportista se sentará sobre la marca de 23 cm. La cinta adhesiva se colocará perpendicularmente a la cinta métrica en el lugar donde coinciden los talones. El deportista mantendrá las rodillas extendidas y los pies estarán separados por 30 cm. A continuación, se le indicará al deportista que superponga las manos y dedos, donde a continuación, flexionará el tronco hacia adelante lo que más pueda. El deportista deberá mantener por lo menos 2 segundos la posición final. Se tomará nota de la mejor longitud alcanzada de tres intentos al centímetro más cercano (79).

Figura 20. *Variacion de la prueba Sit and Reach*



Fuente: Tomado de Heyward (64) Imagen mejorada digitalmente utilizando [Gemini].

- La prueba de Back-Saver Sit-and-Reach (64) fue diseñada para proteger la espalda en el caso de presencia de molestias o dolor y su finalidad es medir la flexibilidad de los músculos isquiotibiales de manera individual. Para esta prueba, se le indica al deportista que posicione la planta del pie de la extremidad a medir extendida, sobre la caja de medición, mientras la otra extremidad estará flexionada apoyada en el piso con la planta del pie. La medición se realizará con las mismas indicaciones de la prueba estándar. Esta prueba tiene una validez de r=0,39-0,71, que es similar a la de la prueba standard de Sit and Reach que es r=0,46-0,74 para evaluar la flexibilidad de los isquiotibiales de ambos sexos (80, 81).

Figura 21. *Prueba de Back-Saver Sit-and-Reach*



Fuente: Fuente: Tomado de Heyward (64) Imagen mejorada digitalmente utilizando [Gemini].

- Back-Saver Sit-and-Reach Modificada: Hui & Yuen (80) realizaron una modificación a la prueba, generando que el deportista lo realizará en un banco de 30,5 cm, donde se indica por parte del FTD que posicione la extremidad que no será evaluada sobre el suelo con la rodilla flexionada con un ángulo de 90˚. Deberá alinear la planta del pie de la extremidad a evaluar con la marca de 50 cm de la cinta métrica. Posteriormente a este posicionamiento, realizar las acciones de la prueba estándar de sentarse y doblar el tronco para determinar la flexibilidad de los isquiotibiales individualmente (64).

Figura 22. *Prueba de Back-Saver Sit-and-Reach Modificada*



Fuente: Tomado de Heyward (64) Imagen mejorada digitalmente utilizando [Gemini].

Prueba de Rotación de Hombro (Back-Scratch Test)

La limitación en el rango de movimiento del hombro puede generar movimientos disfuncionales y dolorosos, lo que, a su vez, se convierte en un factor que aumenta la probabilidad de lesiones deportivas durante la práctica o competencia (34). Esta prueba permite valorar tanto la rotación interna como la rotación externa de hombro contralateral, esperando en óptimas condiciones de un deportista, que los dedos se toquen o se superpongan en la parte posterior (82).

Para esta prueba se requiere una cinta métrica y el proceso inicia solicitándole al deportista, estando de pie o sentado, que se quite la camisa. Se le solicita que lleve la mano izquierda por detrás del cuello intentando bajar por la columna lo que más pueda. Posteriormente, el FTD solicitará al deportista que lleve su mano derecha por detrás de la espalda y que intente subir lo que más pueda por la columna sosteniendo esta posición por dos segundos. En ambos casos, el FTD observará los movimientos escapulares, rotacionales del hombro, la flexión del codo, la pronación y supinación del antebrazo, la desviación radial y la extensión de los dedos (72).

Una vez completado el movimiento, se utiliza una cinta métrica para tomar la mayor medida de superposición de los dedos en centímetros. En el caso de que el deportista no pueda superponer los dedos, se tomará la medida del espacio entre los dedos en valor negativo (79).

Los valores finales de cada prueba son el valor más alto de 3 intentos. Esto permite estimar individualmente cada lado u obtener un promedio de ambos lados por medio de la siguiente fórmula:

$$Resultado = Puntuación\ del\ lado\ derecho\ (en\ cm) + Puntuación\ del\ lado\ izquierdo\ (en\ cm)\ 2$$

Figura 23. *Prueba de Rotación de hombro (Back-Scratch Test)*



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

Prueba de Extensión de Tronco y de Cuello

Esta prueba valora la flexibilidad del tronco y el cuello. El deportista debe acostarse en decúbito prono sobre el suelo. Tendrá las manos entrecruzadas detrás de la espalda. La prueba consiste en elevar el tronco tan arriba como sea posible, manteniendo la cadera pegada al suelo. El FTD deberá deslizar la marca hasta que entre en contacto con la punta de la nariz para obtener la medida de la prueba. Posteriormente, se deberá medir la longitud del tronco y del cuello desde la punta de la nariz hasta la base del asiento mientras está sentado el deportista con la espalda erguida y, restar esta al mejor intento de tres de la prueba (74).

Figura 24. *Prueba de extensión de tronco y cuello*



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

Tabla 10. *Valores de Prueba de Extensión de Tronco y el Cuello por sexo*

Clasificación	Mujeres	Hombres
Excelente	2.00 o menos	3.00 o menos
Buena	5.75 - 2.25	6.00 – 3.25
Mediana	7.75 – 6.00	8.00 – 6.25
Regular	9.75 – 8.00	10.00 – 8.25
Mala	10. 00 o más	10.25 o mas

Fuente: Sandoval C, Calero P (74)

Prueba de Extensión de Brazos y Manos

Esta prueba evalúa la flexibilidad del hombro y la muñeca. Para esta prueba, el deportista está en decúbito prono sobre el suelo. Los brazos estarán completamente extendidos por encima de la cabeza sosteniendo un palo como guía con las dos manos, manteniéndolas separadas a la anchura de los hombros. A la señal, el deportista deberá levantar la guía lo más alto posible mientras se mantiene el mentón tocando el suelo, para obtener la medida de prueba. Posteriormente, se deberá medir la longitud del brazo desde la prominencia

acromial hasta la punta de los dedos y, restar ésta al mejor intento de tres. Se anulará el test si se produce separación de los brazos, elevación de la pelvis, pies o el mentón del suelo (74).

Figura 25. *Prueba de extensión de brazos y muñeca.*



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

Tabla 11. *Valores de la prueba de Extensión de Brazos y Manos por sexo*

Clasificación	Mujeres	Hombres
Excelente	5.50 o menos	6.00 o menos
Buena	7.50 – 5.75	8.25 – 6.25
Mediana	10.75 – 7.50	11.50 – 8.50
Regular	11.75 – 11.00	12.50 – 11.75
Mala	12.00 o más	12.75 o mas

Fuente: Sandoval C, Calero P (74)

Potencia

Este atributo se relaciona con la capacidad de realizar un recorrido ascendente de fuerza muy intenso al inicio de una contracción muscular. Permite un incremento por unidad de tiempo que depende de la velocidad de contracción de las unidades motoras y de la fuerza de contracción de las fibras (83). La potencia muscular es un factor determinante para que un deportista realice

con eficiencia una variedad de actividades deportivas y depende del número de fibras musculares reclutadas en el músculo, son los músculos bipenados y multipenados quienes poseen la mayor cantidad de fibras, estas se acortan poco, sin embargo, generan mucha fuerza (84).

La escogencia de pruebas de potencia muscular está determinada por el tipo de deporte y los requisitos de movimiento característicos, lo que puede generar inclusión o no de pruebas para miembros superiores y miembros inferiores.

Prueba de Salto Vertical

El propósito de esta prueba es estimar la fuerza potencia de los miembros inferiores por medio de un salto vertical. En esta prueba se mide la altura del salto en centímetros. Para la prueba es importante con anterioridad tomar el registro del peso corporal y la mano dominante del deportista. Se recomienda un calentamiento que incluya de 3 a 5 saltos de práctica con intensidad moderada seguidos de 5 minutos de descanso (85).

Esta prueba tiene como objetivo medir la fuerza explosiva en la musculatura del miembro inferior

- Fase I (Marcado de Altura): El ejecutante se coloca de frente a una pizarra de pared. Los pies están totalmente apoyados y juntos. El tronco debe estar recto, y los brazos se extienden por encima de la cabeza a la anchura de los hombros. Las manos están abiertas y con las palmas apoyadas sobre la pared en dirección al objeto a señalar. Los dedos medios están impregnados de magnesia. Se marca la altura máxima del sujeto en la pizarra.
- Fase II (Salto): El ejecutante se ubica lateralmente a la pared, aproximadamente a 20 cm de distancia. El tronco debe permanecer recto. Los brazos cuelgan a lo largo del cuerpo, y las piernas están extendidas. Los pies están paralelos a la pared, con una apertura equivalente a la anchura de los hombros. A la señal, el ejecutante flexiona las piernas varias veces sin despegar los pies del suelo. Luego, realiza un movimiento explosivo de salto hacia arriba. Durante la fase de vuelo, extiende al máximo el tronco y el brazo más cercano a la pared. Marca en la pizarra, con el dedo impregnado de magnesia, la mayor altura posible (86).

Figura 26. *Prueba de Salto Vertical*



Determinar la altura del alcance de pie con la mano marcada con tiza.

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

Figura 27. *Prueba de Salto Vertical*



Determinar la altura del alcance de pie con la mano marcada con tiza.

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

La medida de la altura de salto total es el resultado final y, la altura de salto vertical se calcula por medio de la siguiente fórmula:

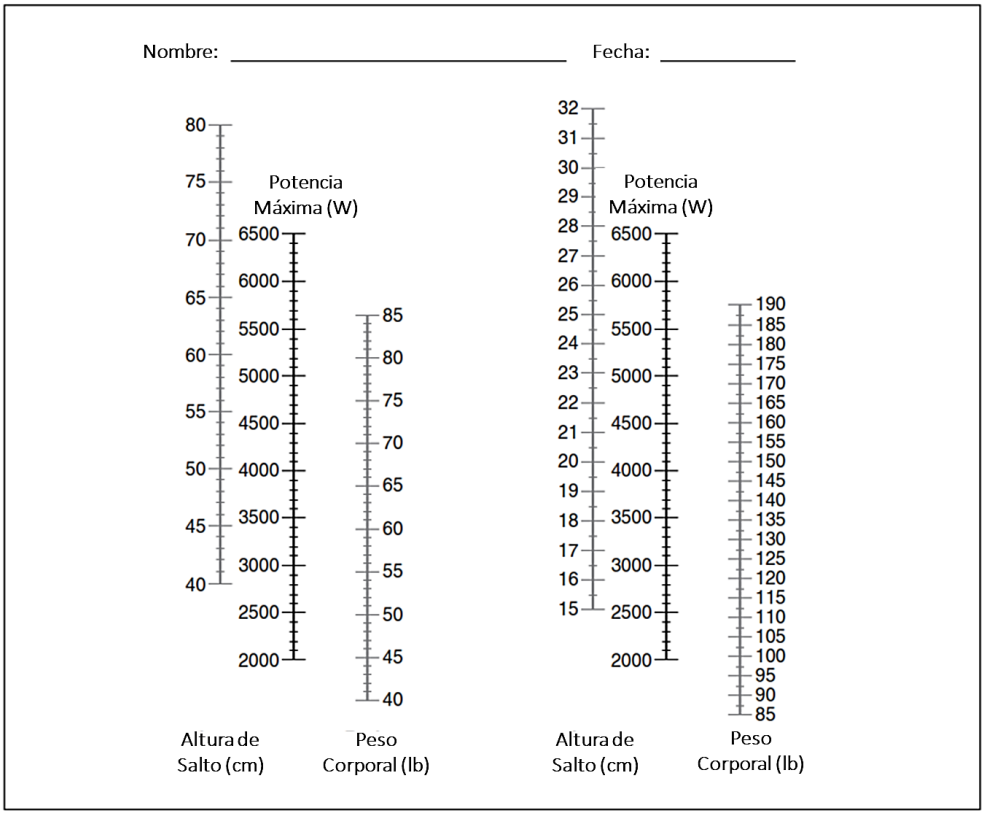
Altura del salto vertical = altura total del salto - altura del alcance de pie

El FTD podrá estimar la producción de potencia máxima utilizando la altura de salto vertical y el peso del deportista, a través de la siguiente fórmula:

Potencia máxima (vatios) = 60,7 × altura de salto (cm) + 45,3 × masa corporal (kg) - 2055

La evaluación de la potencia en el salto vertical permite al FTD comprender los efectos del peso corporal de un deportista en el rendimiento de salto. Por lo cual, a continuación, se presenta una alternativa para calcular la potencia máxima óptima en una prueba de salto vertical:

Figura 28. *Tabla para la producción de potencia máxima durante una prueba de salto vertical*

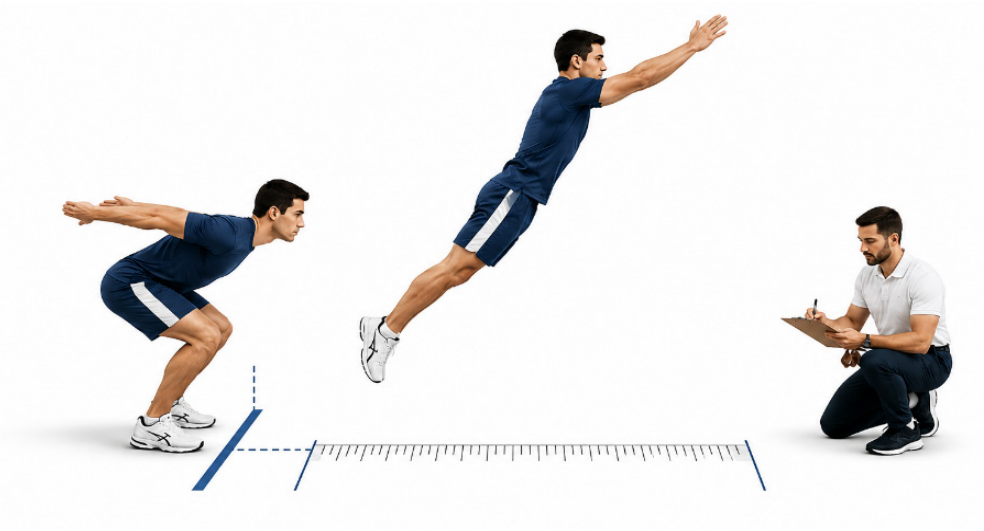


Fuente: *Tomado de Fukuda (85) y Sayers (87)*

Prueba de Salto Horizontal

El propósito de esta prueba es medir la potencia de los miembros inferiores en un salto horizontal. Se medirá la distancia en centímetros. El deportista estará detrás de una marca o línea de salto, mirando hacia la dirección de salto. Extenderá las piernas y el tronco mientras los pies estarán separados a la anchura de los hombros. Cuando el FTD de la señal, el deportista realizará flexión de tronco y las piernas para balancear los brazos y así, realizar posteriormente en un movimiento explosivo de salto horizontal o hacia adelante. La caída será amortiguada y equilibrada en ambos pies sin apoyos adicionales y sin separar los pies del suelo por dos segundos posteriores a la caída (86). El FTD registrará la distancia recorrida por el salto en centímetros entre la línea de salto y el borde posterior del pie del deportista. Se considera la mejor distancia de dos intentos, tras un descanso de 45 segundos entre cada intento.

Figura 29. *Prueba de Salto Horizontal*



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

Fuerza Muscular

La fuerza muscular es una variable de evolución investigativa, en la cual su concepto progresa conforme a como se comprende la relación intrínseca de los componentes fisiológicos que permiten junto con las características del entorno, su efecto.

Heyward & Gidson definen la fuerza muscular como la capacidad de un músculo o grupo de músculos para desarrollar una fuerza contráctil máxima contra una resistencia en una sola contracción (75). La fuerza muscular es indicativa de producción de fuerza y favorece el origen de la potencia, su rol en las actividades deportivas de manera directa o indirecta es preponderante. Los niveles altos de fuerza muscular generan un efecto de protección musculoesquelética relacionada con las lesiones deportivas.

Los patrones de movimiento, los grupos musculares que intervienen y las características del deporte determinarán, además de otras variables establecidas por el FTD, qué pruebas y evaluaciones son las más indicadas para realizar a un deportista.

Pruebas Isométricas con Dinamómetro

La fuerza isométrica es evaluada como la fuerza máxima ejercida con una sola contracción en contra de una resistencia y sin movimiento o desplazamiento. Este tipo de fuerza se mide por medio de los dinamómetros que miden la fuerza estática y la resistencia de los músculos que se contraen y aprietan el agarre prensil y los músculos de las piernas y la espalda. La dinamometría se encarga de cuantificar la fuerza muscular de los grupos musculares en cada posición. La dinamometría puede ser isométrica, la cual mide la fuerza máxima en diferentes posiciones articulares sin producir desplazamiento articular; la dinamometría dinámica tanto concéntrica como excéntrica; y la dinamometría isocinética en la cual la velocidad es constante y establecida, y la fuerza que da el sistema varía con la posición (88).

Prueba de Fuerza de Agarre (Fuerza Prensil)

Se debe ajustar el mango del dinamómetro de acuerdo con el tamaño de la mano del deportista, con el propósito de que encuentre comodidad en el momento de la prueba. El deportista debe estar en posición bípeda, con el codo en flexión de 90°, el antebrazo en posición neutra (pulgar "mirando" hacia arriba) y la muñeca en una ligera extensión aproximada de 30°. Algunos protocolos establecen que el deportista deja descansar el brazo al costado del cuerpo. Para la prueba, se le indicará al deportista que deberá apretar el dinamómetro con la mayor cantidad de fuerza posible de su mano, por medio de una contracción breve y máxima, sin realizar movimientos o ajustes corporales adicionales. Se medirá de manera comparativa tres veces cada mano, con un intervalo de descanso de un minuto entre cada una. Se anotará la mejor puntuación (75, 89).

Figura 30. *Prueba de Fuerza de Agarre (Fuerza Prensil)*



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

Prueba de Fuerza Isométrica de Miembros Inferiores

A través del dinamómetro de espalda y pierna, el deportista se coloca en posición bípeda sobre el dispositivo con el tronco erguido y las rodillas en una flexión de 130 a 140°. El deportista debe sostener la barra con un agarre en pronación y debe llevarla hacia los muslos ajustando la longitud de la cadera. Al dar la señal y sin hacer fuerza con la espalda, el deportista debe de manera lenta, producir la mayor fuerza posible extendiendo las rodillas. La aguja del dinamómetro se detendrá indicando la cantidad de fuerza máxima producida por el deportista. Se realizarán tres intentos con un intervalo de descanso de un minuto. Se anotará la mejor puntuación (75, 89).

Figura 31. *Prueba de Fuerza Isométrica de Miembros Inferiores*



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

Prueba de Fuerza Isométrica de Espalda

Con el dinamómetro de espalda y pierna, el deportista se posiciona en bípedo sobre el dinamómetro con las rodillas en extensión y el tronco derecho. Tomará la barra en agarre en pronación con la mano derecha y en supinación con la mano izquierda. Colocará la barra sobre los muslos y, sin inclinarse hacia atrás, el deportista halará la barra hacia arriba por medio de una contracción fuerte de los músculos de la espalda. El FTD le indicará al deportista que antes de generar la fuerza, deberá llevar los hombros hacia atrás, así evitará realizar flexión de tronco y mantendrá la cabeza y el tronco erguidos. Se deberá realizar dos pruebas con un intervalo de descanso de un minuto (75, 89).

Figura 32. *Prueba de Fuerza Isométrica de Espalda*



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

Pruebas de Resistencia Isométrica

Estas pruebas tienen como propósito evaluar la resistencia de los grupos musculares en posiciones específicas durante un determinado periodo de tiempo. Se espera que el deportista pueda mantener la posición durante un tiempo. Se realizan dos pruebas que se describirán a continuación:

Prueba de Plancha

Se le indicará al deportista que se acueste boca abajo en el suelo. Se sostendrá por medio de los codos, los antebrazos y las puntas de los pies, específicamente con los dedos. Los codos tendrán la distancia del ancho de los hombros y los pies estarán juntos, pero sin tocarse. El tronco, las piernas y el cuello del deportista en línea recta. El deportista deberá mantener la posición por un tiempo prolongado sin cambiarla durante la prueba. Para el control de la posición, el FTD dará dos advertencias (90).

Figura 33. *Prueba de resistencia Isométrica*



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

Prueba de Media Sentadilla

Apoyando la espalda en la pared, el deportista tomará posición de media sentadilla o caderas, rodillas y tobillos en ángulo de 90°, con los pies separados a la anchura de los hombros. Los brazos del deportista estarán al lado del cuerpo, los hombros y parte posterior de los brazos estarán pegados a la pared. Una vez esté lista la posición, el FTD dará la orden para iniciar la prueba (90).

Figura 34. *Prueba de Media Sentadilla*



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

Pruebas de Resistencia Muscular dinámica

Estas pruebas permiten evaluar la capacidad de los grupos musculares en la realización de movimientos con repeticiones durante un periodo de tiempo. Estas pruebas buscan contabilizar el número de repeticiones que el deportista pueda realizar, manteniendo un patrón de movimiento claro, durante un periodo de tiempo. El tiempo de las pruebas puede variar desde los 30 segundos hasta los 2 minutos o, incluso, hasta que el deportista falle en las repeticiones (90).

Flexiones de Pecho

El propósito es evaluar la fuerza resistencia de los músculos pectorales y los músculos de los miembros superiores. Se debe puntuar el número de flexiones que se realice de manera consecutiva, sin compensaciones, sin descanso y la prueba se detendrá cuando el deportista sea incapaz de mantener el gesto o la técnica descrita en dos repeticiones (91). El deportista se pondrá boca abajo sobre el suelo. A continuación, las manos apuntarán hacia adelante un poco por debajo de los hombros, la espalda estará recta, la cabeza con vista hacia el suelo y los dedos de los pies como punto de apoyo (91). El FTD dará la señal para iniciar la prueba, en la cual, el deportista flexionará y extenderá los brazos, realizando la mayor cantidad de repeticiones posibles. Se debe tener en cuenta que el deportista flexionará los brazos descendiendo el tronco evitando tocar el suelo con el pecho para posteriormente volver a extenderlos, manteniendo constante el tronco y el cuello en línea recta (90).

Figura 35. *Flexiones de Pecho*



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

Para las mujeres se orienta la posición modificada de empuje de rodillas, piernas juntas, parte inferior de la pierna en contacto con el piso o colchoneta con los tobillos en plantiflexión, espalda recta, manos separadas a la anchura y un poco debajo de los hombros, cabeza con vista al suelo o a la colchoneta y uso de las rodillas como punto de apoyo (91).

Figura 36. *Flexiones de Pecho modificada para mujeres*



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

Tabla 12. *Valores de la prueba de Flexiones de Pecho por sexo y edad*

Hombres						
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	≥39	≥36	≥30	≥25	≥21	≥18
Muy Bueno	29-38	29-35	22-29	17-24	13-20	11-17
Bueno	23-28	22-28	17-21	13-16	10-12	8-10
Regular	18-22	17-21	12-16	10-12	7-9	5-7
Requiere Mejora	≤17	≤16	≤11	≤9	≤6	≤4
Mujeres						
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	≥33	≥30	≥27	≥24	≥21	≥17
Muy Bueno	25-32	21-29	20-26	15-23	11-20	12-16
Bueno	18-24	15-20	13-19	11-14	7-10	5 -11
Regular	12-17	10-14	8-12	5-10	2-6	2-4
Requiere Mejora	≤11	≤9	≤7	≤4	≤1	≤1

Fuente: Tomado de Heyward (64)

Abdominales

El propósito es valorar la fuerza de los músculos abdominales. El deportista deberá acostarse en decúbito supino o boca arriba. Mantendrá los pies en el suelo separados a la anchura de las caderas, con las rodillas flexionadas en un ángulo de 90˚. El deportista cruzará sus manos por encima del pecho (90). La prueba dura entre 60 y 120 segundos, con una cadencia de 20 a 25 repeticiones por minuto. No obstante, la prueba se recomienda cronometrarla por un minuto contando el número de repeticiones que pueda realizar el deportista. Al FTD de la señal, el deportista flexionará el tronco hasta que marque un ángulo de 30˚ y separará las escápulas del suelo (64).

Figura 37. *Abdominales*



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

Tabla 13. *Valores de la prueba de Abdominales por sexo y edad*

	Hombres					
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	25	25	25	25	25	25
Muy Bueno	23-24	21-24	18-24	18-24	17-24	16-24
Bueno	21-22	16-20	15-17	13-17	11-16	11-15
Regular	16-20	11-15	11-14	6-12	8-10	6-10
Requiere Mejora	≤15	≤10	≤10	≤5	≤7	≤5

Mujeres						
Edad (años)	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Excelente	25	25	25	25	25	25
Muy Bueno	22-24	18-24	19-24	19-24	19-24	17-24
Bueno	17-21	14-17	10-18	11-18	10-18	8-16
Regular	12-16	5-13	6-9	4-10	6-9	3-7
Requiere Mejora	≤11	≤4	≤5	≤3	≤5	≤2

Fuente: Tomado de Heyward (64)

Evaluación Cardiopulmonar en el Deportista

La evaluación cardiopulmonar en el deportista tiene como finalidad integrar la información clínica, funcional y fisiológica para estimar la capacidad de ejercicio, identificar adaptaciones al entrenamiento y detectar alteraciones subclínicas que puedan comprometer la salud o el rendimiento. En este contexto, la prueba de ejercicio cardiopulmonar (cardiopulmonary exercise testing, CPET) se ha consolidado como una herramienta de gran valor porque permite valorar de forma simultánea la respuesta del sistema cardiovascular, pulmonar y musculoesquelético al esfuerzo (92, 93). Su utilidad es especialmente relevante en deportistas con síntomas inespecíficos, disminución del rendimiento, sospecha de patología cardiopulmonar o cuando se requiere una prescripción de ejercicio individual (94, 95).

A diferencia de las pruebas ergométricas convencionales, la CPET añade el análisis de intercambio gaseoso, lo que mejora la comprensión del comportamiento fisiológico durante el esfuerzo. Esto permite medir variables como el consumo de oxígeno pico (VO2 pico), los umbrales ventilatorios, el pulso de oxígeno, la eficiencia ventilatoria (VE/VCO2) y la recuperación de la frecuencia cardíaca(93, 96). En atletas, estos indicadores deben interpretarse con cautela: el entrenamiento crónico produce valores “supranormales” que en la población general podrían parecer llamativos, pero en el atleta suelen ser fisiológicos (92, 97).

Objetivos Clínicos de la Evaluación

La evaluación cardiopulmonar en el deportista cumple varios propósitos complementarios. En primer lugar, permite establecer una línea de base de la aptitud cardiorrespiratoria y orientar las zonas de entrenamiento. En segundo lugar, ayuda a identificar causas de disnea, fatiga, dolor torácico, palpitaciones o descenso del rendimiento que podrían relacionarse con enfermedad cardiovascular, pulmonar o incluso alteraciones musculares y metabólicas (92, 94). En tercer lugar, contribuye a la estratificación del riesgo y al seguimiento de deportistas con cardiopatía conocida o con sospecha de enfermedad latente, en línea con lo señalado por las guías europeas de cardiología del deporte (98).

La CPET también aporta información útil para diferenciar entre desentrenamiento, sobrecarga funcional, sobreentrenamiento y enfermedad orgánica. En atletas de alto nivel, la interpretación aislada del VO2 pico puede ser insuficiente; por ello, la lectura integrada de la respuesta ventilatoria, hemodinámica y de recuperación es esencial para evitar falsos negativos o conclusiones engañosas (92, 99).

Componentes de la prueba

La CPET se realiza habitualmente en cinta rodante o cicloergómetro, mediante protocolos incrementales o en rampa, hasta la fatiga voluntaria, la aparición de síntomas limitantes o una contraindicación clínica. Durante la prueba se monitorizan el electrocardiograma, la presión arterial, la frecuencia cardiaca, la saturación de oxígeno y las variables respiratorias y metabólicas de forma continua(96,100). La duración ideal del esfuerzo incremental efectivo suele situarse entre 8 y 12 minutos, con el fin de optimizar la interpretación fisiológica de los umbrales (96).

Entre las variables centrales se encuentran el VO2 pico o VO2max, que refleja la capacidad máxima de captación y utilización de oxígeno; el umbral ventilatorio, que orienta la transición entre intensidades predominantemente aeróbicas y mixtas; el pulso de oxígeno, que aporta una aproximación indirecta al volumen sistólico; y la relación VE/VCO2, que informa sobre la eficiencia ventilatoria. En deportistas, estas variables deben analizarse de forma conjunta y no como medidas aisladas (93, 100).

Figura 38. *Esquema del Protocolo de CPET: Línea de tiempo del protocolo de ejercicio – fases y variables monitorizadas*



Fuente: Tomado y creada a partir de la descripción de Kabbadj & Taiek (96) y Balady et al. (100)

Interpretacion

El deportista entrenado suele presentar un VO2 pico superior al de la población general, junto con una recuperación más rápida de la frecuencia cardiaca y, en muchos casos, una mayor respuesta del volumen sistólico. Esto implica que un valor "normal" de VO2 pico, si se interpreta sin contexto, puede ocultar una limitación funcional relevante (92, 93). De forma similar, algunos deportistas —sobre todo en disciplinas de resistencia— pueden mostrar una reserva ventilatoria reducida o desaturación leve inducida por el ejercicio sin que ello represente necesariamente enfermedad (92).

Un estudio reciente en 1033 atletas olímpicos de élite mostró diferencias significativas en el VO2max y en el pulso de oxígeno según la disciplina deportiva: los valores más bajos se observaron en deportes de habilidad ("skill") y los más altos en disciplinas de resistencia, lo que sugiere que la clasificación morfológica de la ESC no siempre refleja la variabilidad funcional real entre atletas(97). Esto refuerza la necesidad de valores de referencia específicos por disciplina al interpretar la CPET en el deportista.

El umbral ventilatorio es una variable muy útil para la prescripción del entrenamiento porque se relaciona con la intensidad sostenible y con el perfil metabólico del esfuerzo; en deportistas bien entrenados suele desplazarse hacia intensidades más altas. El pulso de oxígeno permite apreciar indirectamente la respuesta del volumen sistólico y puede mostrar patrones de meseta o disminución cuando existen limitaciones cardiovasculares. La eficiencia ventilatoria (VE/VCO2) suele mantenerse relativamente estable en atletas sanos, aunque su interpretación depende del momento del esfuerzo y del contexto clínico (93, 96).

Hallazgos de Alarma en la CPET

Aunque el deportista puede exhibir adaptaciones fisiológicas marcadas, existen hallazgos que obligan a pensar en patología y que no deben interpretarse de forma aislada, sino integrarse con la historia clínica, el examen físico y, cuando esté indicado, estudios complementarios (92, 98).

Tabla 14. *Hallazgos del protocolo CPET*

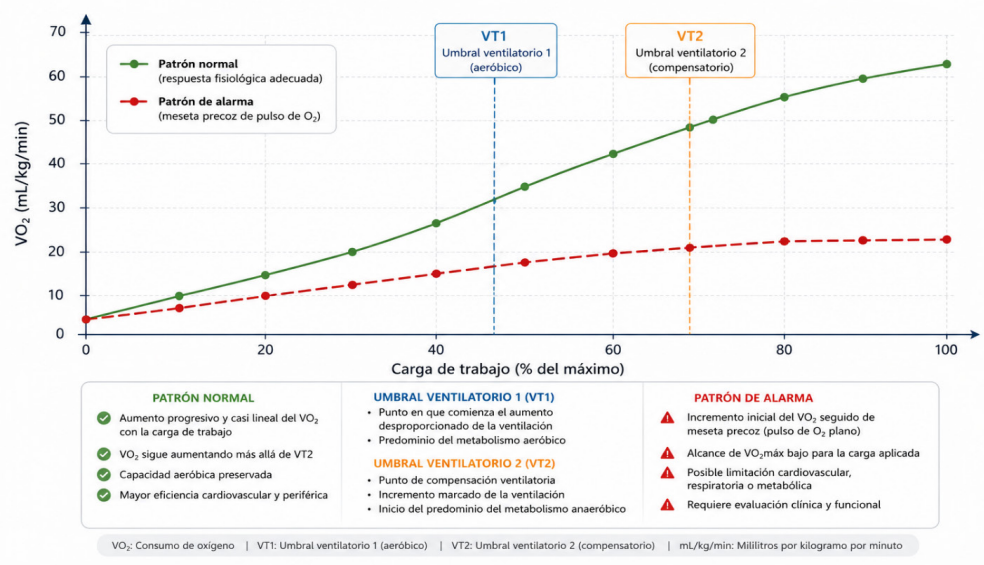
Hallazgo en la CPET	Relevancia clínica
Caída inapropiada del rendimiento / VO2 pico	Sugiere desentrenamiento, sobreentrenamiento o patología cardiopulmonar subyacente
Respuesta hipertensiva exagerada	Aumento desproporcionado de presión arterial durante el esfuerzo; requiere evaluación cardiovascular
Arritmias inducidas por el esfuerzo	Puede indicar canalopatías o cardiopatía estructural; contraindica continuar la prueba
Desaturación significativa (SpO2)	Valorar limitación pulmonar o ventilación/perfusión anómala
Incompetencia cronotrópica	Frecuencia cardiaca submáxima insuficiente; asociada a disfunción autonómica o cardiopatía
Recuperación lentificada de FC	Marcador pronóstico de riesgo cardiovascular y de fatiga acumulada/ sobreentrenamiento
VE/VCO2 elevada con síntomas	Ineficiencia ventilatoria; descartar patología cardiopulmonar asociada

Fuente: Tomado de Petek(92) y Pellicia(98)

La CPET también resulta útil ante sospecha de sobreentrenamiento: en ese escenario puede mostrar disminución del VO2 pico, menor frecuencia cardíaca submáxima, alteraciones del umbral ventilatorio o cambios en la recuperación, reflejando la carga acumulada y la recuperación insuficiente. Por ello, la prueba

no solo tiene valor diagnóstico, sino también de seguimiento funcional en programas deportivos y de readaptación (92, 94).

Figura 39. *Curvas fisiológicas de referencia – VO2 (mL/kg/min) frente a la carga de trabajo con umbrales ventilatorios*



Fuente: Tomado y modificado según la descripción de Squeo(97)

Utilidad

Una de las aplicaciones más prácticas de la evaluación cardiopulmonar es la prescripción individualizada del ejercicio. A partir de los umbrales ventilatorios y de la respuesta cardíaca al esfuerzo es posible definir zonas de entrenamiento más precisas que las derivadas de fórmulas genéricas basadas solo en la frecuencia cardíaca máxima (95, 96). Esto es especialmente útil en deportes de resistencia, pero también en deportistas recreativos o en fase de retorno a la actividad tras lesión o enfermedad (95).

En rehabilitación deportiva, esta información permite dosificar con mayor seguridad el volumen y la intensidad del ejercicio, vigilar la tolerancia al esfuerzo y ajustar la progresión según los objetivos del deportista. En pacientes con antecedentes cardiológicos, la CPET además ayuda a establecer límites de seguridad y a identificar respuestas anormales que obliguen a modificar el plan de entrenamiento (94, 95).

Consideraciones Metodológicas y participación

La interpretación de la CPET en el deportista exige considerar variables como edad, sexo, disciplina, nivel de entrenamiento, modalidad de ergómetro y momento de la temporada. Los valores de referencia disponibles proceden en gran parte de poblaciones no atléticas, por lo que la extrapolación directa puede ser inexacta; se recomienda interpretar los resultados en función del contexto deportivo y, cuando sea posible, compararlos con referencias específicas de población atleta (93, 97).

La evaluación cardiopulmonar se enmarca, además, dentro de la evaluación preparticipativa cardiovascular del deportista, que combina historia clínica, examen físico, ECG de reposo y, en casos seleccionados, ecocardiografía transtorácica para descartar cardiopatías estructurales asociadas a riesgo de muerte súbita (99,101). El ecocardiograma "avanzado" en el tamizaje preparticipativo ha demostrado un valor incremental cercano al 10% en la detección de anomalías cardiovasculares no identificadas por el protocolo estándar (101). La calidad de toda la evaluación depende de una ejecución estandarizada, del control adecuado de la intensidad y de la supervisión por personal entrenado (96).

Pruebas Complementarias

La siguiente tabla resume las pruebas que se sugiere considerar de forma escalonada en la evaluación cardiopulmonar integral del deportista, según el nivel de sospecha clínica y el objetivo (tamizaje, diagnóstico o prescripción):

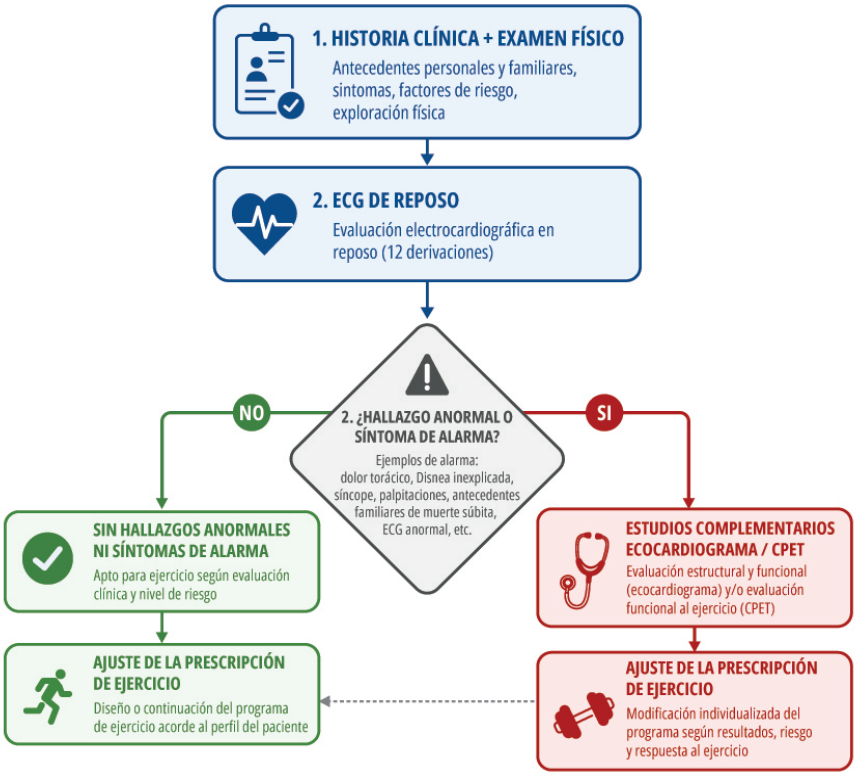
Tabla 15. Pruebas complementarias

Prueba	Aporte a la evaluación	Momento sugerido
Historia clínica y examen físico dirigido	Antecedentes personales/familiares, síntomas de alarma (síncope, dolor torácico, palpitaciones)	Previo a toda prueba de esfuerzo
ECG de 12 derivaciones en reposo	Tamizaje de canalopatías, hipertrofia y trastornos de conducción	Evaluación inicial / anual
Ecocardiograma transtorácico	Estructura y función cardiaca; descarta miocardiopatías y valvulopatías	Preparticipación / según hallazgos
Espirometría basal	Función pulmonar de base; útil si se sospecha componente ventilatorio limitante	Antes de CPET si hay síntomas respiratorios

Prueba	Aporte a la evaluación	Momento sugerido
CPET (cinta o cicloergómetro)	Prueba integradora: VO2 pico, umbrales ventilatorios, pulso de O2, VE/VCO2, ECG y SpO2 durante el esfuerzo	Sospecha clínica, control de rendimiento o prescripción
Ecocardiograma de esfuerzo	Evalúa reserva contráctil y respuesta valvular/ hemodinámica al ejercicio	Casos seleccionados de alto rendimiento
Monitoreo Holter de ritmo	Documenta arritmias no capturadas en ECG puntual	Ante palpitaciones o hallazgo arrítmico en CPET
Lactato sanguíneo seriado	Complementa umbrales ventilatorios para zonas de entrenamiento	Prescripción de entrenamiento de resistencia

Fuente: Tomado de Petek(92) y Pellicia(98)

Figura 40. *Flujograma de Decisión Clínica, evaluación previa y ajuste de la prescripción del ejercicio*



Fuente: Tomado de Dores (99)

Conclusiones

El capítulo sobre la evaluación deportiva previa a la participación es fundamental para que los fisioterapeutas deportivos (FTD) se contextualicen con las herramientas y estrategias necesarias para llevar a cabo una valoración efectiva de los deportistas. A medida que el entorno deportivo se vuelve cada vez más exigente, la implementación de un enfoque sistemático que incluya una historia clínica detallada, exámenes físicos rigurosos y la utilización de herramientas objetivas se vuelve crucial para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo de los atletas.

Las herramientas de evaluación, como la Escala Visual Análoga, escalas de clasificación y diversas técnicas de observación y palpación, permiten a los FTD obtener una comprensión integral del estado físico y emocional de los deportistas. Esto no solo ayuda a identificar problemas existentes, sino que también contribuye a prevenir lesiones antes de que ocurran, garantizando así una práctica deportiva segura y de calidad.

El juicio clínico fundamentado en la información objetiva y subjetiva recopilada durante el proceso evaluativo permite a los FTD establecer diagnósticos precisos y formular planes de intervención adaptados a las necesidades individuales de cada deportista. Esto asegura que estén en condiciones óptimas para enfrentar los desafíos tanto en entrenamientos como en competencias, promoviendo no solo la salud, sino también la mejora continua en el rendimiento deportivo.

En resumen, la evaluación previa a la participación no solo es un procedimiento necesario, sino que se erige como una pieza clave en la práctica de la fisioterapia deportiva, fortaleciendo el papel del FTD como un profesional capacitado para optimizar el rendimiento y minimizar los riesgos para la salud de los deportistas.

Referencias

1. Bulley, C., Donaghy, M., Coppoolse, R., Bizzini, M., van Cingel, R., DeCarlo, M., Dekker, L., Grant, M., Meeusen, R., Phillips, N., & Risberg, M. (2005). Sports Physiotherapy Competencies and Standards. Sports Physiotherapy For All Project. Consultado el 19 de junio de 2024. Disponible: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ifspt.org/wp-content/uploads/2012/04/SPTCompetenciesStandards-final-draft.pdf
2. Vásquez Cazar, J. C., Méndez Urresta, J. B., & Esparza Echeverría, K. G. La evaluación fisioterapéutica en la práctica de actividades físico-deportivas.

Revista Conrado2018, 14(64), 33-39. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442018000400033

3. Rice SG; American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness. Medical conditions affecting sports participation. Pediatrics. 2008 Apr;121(4):841-8. doi: 10.1542/peds.2008-0080.

4. Maron BJ, Douglas PS, Graham TP, Nishimura RA, Thompson PD. Task Force 1: preparticipation screening and diagnosis of cardiovascular disease in athletes. J Am Coll Cardiol. 2005 Apr 19;45(8):1322-6. doi: 10.1016/j.jacc.2005.02.007.

5. Seto CK. The preparticipation physical examination: an update. Clin Sports Med. 2011 Jul;30(3):491-501. doi: 10.1016/j.csm.2011.03.008.

6. Fuller CM. Cost effectiveness analysis of screening of high school athletes for risk of sudden cardiac death. Med Sci Sports Exerc. 2000 May;32(5):887-90. doi: 10.1097/00005768-200005000-00002.

7. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, Balady G, Berger S, Cohen D, Dimeff R, Douglas PS, Glover DW, Hutter AM Jr, Krauss MD, Maron MS, Mitten MJ, Roberts WO, Puffer JC; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation. Circulation. 2007 Mar 27;115(12):1643-455. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.181423.

8. Douglas W, Siddiqi A. Preparticipation Evaluation. En: Miranda-Comas G, Cooper G, Herrera J, Curtis S. Essential Sports Medicine. A Clinical Guide for Students and Residents. 2nd Edition. Edit. Springer. 2021. pag. 45-73

9. Best TM. The preparticipation evaluation: an opportunity for change and consensus. Clin J Sport Med. 2004 May;14(3):107-8. doi: 10.1097/00042752-200405000-00001.

10. Rosen D, Elster A, Hedberg V, Paperny D. Clinical preventive services for adolescents: position paper for the Society for Adolescent Medicine. Journal of Adolescent Health. 1997; Vol. 21(3): pag. 203-214. https://doi.org/10.1016/S1054-139X(97)00116-X

11. Herman D, Gadi N, Peck E. Team Medical Coverage. En: Miller M, Thompson S. Delee, Drez, & Miller´s Orthopaedic Sports Medicine. Principles and Practice. 5th Edition Edit. Elsevier. 2019. pag. 144-157.e3

12. Maron BJ, Friedman RA, Kligfield P, Levine BD, Viskin S, Chaitman BR, Okin PM, Saul JP, Salberg L, Van Hare GF, Soliman EZ, Chen J, Matherne GP, Bolling SF, Mitten MJ, Caplan A, Balady GJ, Thompson PD; American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Advocacy Coordinating Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Council on Epidemiology and Prevention, Council on Functional Genomics and Translational Biology, Council on Quality of Care and Outcomes Research, and American College of Cardiology. Assessment of the 12-lead ECG as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12-25 Years of Age): a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. Circulation. 2014 Oct 7;130(15):1303-34. doi: 10.1161/CIR.0000000000000025.

13. American Academy of Family Physicians, American Academy of Pediatrics, American College of Sports Medicine, American Medical Society for Sports Medicine. Capítulo 3: Timing, Setting, and Structure. En: PPE: Preparticipation Physical Evaluation. 5th Edition. Edit. American Academy of Pediatrics Publishing Staff. 2019: pag. 15-24

14. Lombardo JA, Badolato SK. The preparticipation physical examination. Clin Cornerstone. 2001;3(5):10-25. doi: 10.1016/s1098-3597(01)90066-3.

15. Kerr ZY, Snook EM, Lynall RC, Dompier TP, Sales L, Parsons JT, Hainline B. Concussion-Related Protocols and Preparticipation Assessments Used for Incoming Student-Athletes in National Collegiate Athletic Association Member Institutions. J Athl Train. 2015 Nov;50(11):1174-81. doi: 10.4085/1062-6050-50.11.11.

16. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, Gerche A, Ackerman MJ, Borjesson M, Salerno JC, Asif IM, Owens DS, Chung EH, Emery MS, Froelicher VF, Heidbuchel H, Adamuz C, Asplund CA, Cohen G, Harmon KG, Marek JC, Molossi S, Niebauer J, Pelto HF, Perez MV, Riding NR, Saarel T, Schmied CM, Shipon DM, Stein R, Vetter VL, Pelliccia A, Corrado D. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. Br J Sports Med. 2017 May;51(9):704-731. doi: 10.1136/bjsports-2016-097331.

17. Harmon KG, Asif IM, Maleszewski JJ, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, Zigman ML, Ellenbogen R, Rao AL, Ackerman MJ, Drezner JA. Incidence, Cause, and Comparative Frequency of Sudden Cardiac Death in National Collegiate Athletic Association Athletes: A Decade in Review. Circulation. 2015 Jul 7;132(1):10-9. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015431.

18. Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Murphy CJ, Garberich RF. Demographics and Epidemiology of Sudden Deaths in Young Competitive Athletes: From the United States National Registry. Am J Med. 2016 Nov;129(11):1170-1177. doi: 10.1016/j.amjmed.2016.02.031.

19. Fernandes GCAM, Lima EBS, Lara PHS, Gandolfi ACC, Pagura JR, Arliani GG, Cohen M. Sport-related concussion in Brazilian professional soccer: A four-year prospective epidemiological analysis. Sports Med Health Sci. 2024 Jul 9;7(3):224-229. doi: 10.1016/j.smhs.2024.07.001.

20. Patel D. Introduction to Concussion. En: Concussion Management for Primary Care. Evidence Based Answers to Cases and Questions. Edit. Springer. 2020. pag. 1-5

21. Pappas E, White J. Musculoskeletal Examination. En: O´Sullivan S, Schmitz T, Fulk G. Physical Rehabilitation. 7th Edition. Edit. F.A. Davis. 2019: pág. 109-134

22. Gross J, Fetto J, Rosen E. Introduction. En: Musculoskeletal Examination. 4th Edition. Edit. Wiley Blackwell. 2016. pág. 1-13

23. Calero-Saa P. Herramientas de la evaluación en la rehabilitación deportiva. En: Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva. Tomo II. Edit. Universidad Santiago de Cali. 2018. Pág. 20-67

24. Magee D, Manske R. Principles and Concepts. En: Orthopedic Physical Assessment. 7th Edition. Edit. Elsevier. 2021 pag. 1-72

25. WIREs Cogn Sci 2013, 4:1–15. doi: 10.1002/wcs.1201

26. Nijs J, Van Houdenhove B, Oostendorp RAB. Recognition of central sensitization in patients with musculoskeletal pain: Application of pain neurophysiology in manual therapy practice. Manual Therapy. 2010;15(2):135–141. doi:10.1016/j.math.2009.12.001

27. Haefeli M, Elfering A. Pain assessment. Eur Spine J. 2006 Jan;15 Suppl 1(Suppl 1):S17-24. doi:10.1007/s00586-005-1044-x.

28. Magee D, Manske R. Assessment of Posture. En: Orthopedic Physical Assessment. 7th Edition. Edit. Elsevier. 2021 pag. 1127-1161

29. Ryder D, Van Griensven H. Physical Examination. En: Petty N Ryder D. Musculoskeletal Examination and Assessment: A Handbook for therapist. 5th Edition. Edit. Elsevier. 2018. pag. 35-121

30. Del Sol M, hunter K. Evaluación postural de individuos mapuche de la zona costera de la IX región de chile. Int. J. Morphol.2004; 22(4):339-342. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022004000400017

31. Cardoso R, Lumini-Oliveira J, Meneses RF. Associations between Posture, Voice, and Dysphonia: A Systematic Review. J Voice. 2019;33(1):124.e1-124.e12. doi: 10.1016/j.jvoice.2017.08.030.

32. Fedorak C, Ashworth N, Marshall J, Paull H. Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? Spine (Phila Pa 1976). 2003 Aug 15;28(16):1857-9. doi: 10.1097/01.BRS.0000083281.48923.BD.

33. May S, Littlewood C, Bishop A. Reliability of procedures used in the physical examination of non-specific low back pain: a systematic review. Aust J Physiother. 2006;52(2):91-102. doi: 10.1016/s0004-9514(06)70044-7.

34. Herrington L. Assessment of the degree of pelvic tilt within a normal asymptomatic population. Man Ther. 2011 Dec;16(6):646-8. doi: 10.1016/j.math.2011.04.006. Epub 2011 Jun 11.

35. McMullen S, Patrick W. Cyanosis. The American Journal of Medicine. 2013; 126(3), 210–212. doi:10.1016/j.amjmed.2012.11.004

36. Myers TW. The Superficial Back Line. E: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 4th ed. Edinburgh: Elsevier; 2020. Pag. 29-51

37. Schleip R, et al. Fascia: The Tensional Network of the Human Body. 2nd ed. London: Elsevier; 2021.

38. Schleip R, Findley TW, Chaitow L, Huijing PA. Fascia: The Tensional Network of the Human Body. 2nd ed. London: Elsevier; 2021.

39. Willard FH, et al. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. J Anat. 2012;221(6):507-36.

40. Myers TW. The Superficial Front Line. E: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 4th ed. Edinburgh: Elsevier; 2020. Pag. 53-71

41. Stecco C. Functional Atlas of the Human Fascial System. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2015.

42. Huijing PA. Epimuscular myofascial force transmission: A review of its relative importance of skeletal muscle as an effector of meta-level anatomical structures. J Biomech. 2009;42(1):9-21.

43. Willard FH, Vleeming A, Schuenke MD, Danneels L, Bridger R. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. J Anat. 2012;221(6):507-36.

44. Myers TW. The Lateral Line. E: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 4th ed. Edinburgh: Elsevier; 2020. Pag. 73-90

45. Myers TW. The Spiral Line. E: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 4th ed. Edinburgh: Elsevier; 2020. Pag. 92-110

46. Myers TW. The Functional Lines. E: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 4th ed. Edinburgh: Elsevier; 2020. Pag. 136-143

47. Myers TW. The Deep Front Line. E: Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 4th ed. Edinburgh: Elsevier; 2020. Pag. 145-171

48. Frontera W, Delisa J. Clinical Evaluation. En: Delisa´s Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice. 6th Edit. Wolters Kluwer. 2020. pag. 51-201

49. Starkey C. Brown S. Examination Process. En: Examination of orthopedic & athletic injuries. 4th Edition. Edit. F.A. Davis Company. 2015: pág. 3-48

50. Rubio H. Semiología de la piel y anexos cutáneos. Duque L. En: Semiología Médica Integral. Edit. Universidad de Antioquia. 2006. Pag. 405-414

51. Gerstner J. Gerstner JB. Manual de Semiología del Aparato Locomotor. 13 Edición. Edit Celsus. 2011. Pág. 44.

52. Park SS, Kwon ES, Kwon KS. Molecular mechanisms and therapeutic interventions in sarcopenia. Osteoporos Sarcopenia. 2017;3(3):117-122. doi: 10.1016/j.afos.2017.08.098.

53. Peláez R. Enfoque terapéutico global de la Sarcopenia. Nutr. Hosp. 2006; 21(3): pag. 51-60. Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s3/art07.pdf

54. Serra J. consecuencias clínicas de la Sarcopenia. Nutr. Hosp. 2006; 21(3): pag. 46-50. Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s3/art06.pdf

55. Swann E, Harrelson G. Measurement in rehabilitation. Andrews J. En: Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. 4th Edition. Edit. Elsevier. 2012. Pag. 67-73.

56. Fruth S. Musculoskeletal Examination: Palpation. En: Fundamentals of the Physical Therapy Examination: Patient Interview and Test & Measures. 2nd Edition. Edit. Jones & Bartlett Learning. 2018: pag. 339-341

57. Joshi J, Kotwal P. Regional Orthopaedic conditions at the knee. En: Essentials of Orthopedics and Applied Physiotherapy. 3rd Edition. Edit. Elsevier. 2017: pag. 2135-2214.

58. Fruth S, Faecett C. Musculoskeletal Examination. En: Fundamentals of Tests and Measures for the Physical Therapist Assistant. Edit. Jones & Barlett Learning. 2020: pág. 181-316.

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

60. White J, Norkin C. Basic Concepts. En: Measurement of Joint Motion: A guide to Goniometry. 5th Edition. Edit. F. A. Davis Company. 2016: pág. 3-18.

61. Taboadela C. Introducción a la Goniometría. En: Goniometría Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Asociart S.A. 2007. Pag. 16.

62. American Academy of Orthopaedic Surgeons: Joint Motion: Methods of Measuring and Recording. Chicago, American Academy of Orthopaedic Surgeons. 1965.

63. Reese N, Bandy W. Joint Range of Motion and Muscle Length Testing. Philadelphia, Saunders. 2002

64. Heyward V, Gibson A. Assessing Flexibility. En: Advanced fitness assessment and exercise prescription. 7th edición. Edit. Human Kinets. 2014. Pag. 305-324

65. Hamill J, Knutzen K, Derrick T. Basic Terminology. En: Biomechanical Basis of Human Movement. 4th Edition. Edit. Wolters Kluwer. 2015 pág.3-24

66. Berryman N, Bandy W. Measurement of range of motion And muscle length: background, History, and basic principles. En: Jint Range of Motion and Muscle Length Testing. 3rd Edition. Edit. Elsevier. 2017 Pág. 3-28

67. Conrad W, Gomiak G. Joint Movement. En: Upper and Lower Extremity Biomechanics: Biomechanics for the Health Sciences. Edit. Bookboon Learning. 2022. pag. 51-60

68. Fruth S. Musculoskeletal Examination. En: Fundamentals of the Physical Therapy Examination: Pationet Interview and Test & Measures. 2018 pag. 213-346

69. Gross J, Fetto J, Rosen E. Basic Concepts of Physical Examination. En: Musculoskeletal Examination. 4th Edition. Edit. Wiley Blackwell. 2016. 14-30

70. Pappas E, Hegedus E. Musculoskeletal Examination. En: Fulk G, Chui K. O´Sullivan & Schmitz´s Physical Rehabilitation. 8th Edition. Edit.F.A. Davis. 2024: pag. 103-124

71. Gerber C, Ganz R. Clinical assessment of instability of the shoulder. With special reference to anterior and posterior drawer tests. J Bone Joint Surg Br. 1984;66(4):551-6. doi: 10.1302/0301-620X.66B4.6746691

72. Clarkson H. Shoulder Complex. En: Musculoskeletal Assessment: Joint motion and muscle testing. 3rd Edition. Edit. Wolters Kluwer. 2013. pag. 64-140

73. Navarro F, González-Badillo J, Requena B. La fuerza muscular. Análisis, desarrollo y pruebas de evaluación. Rodríguez P. En: Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular: Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable. 2008. Pag.19

74. Sandoval C, Calero P. Evaluación de la flexibilidad. En: Manual de evaluación de la aptitud física. 2da Edición. Ediciones Universidad de Boyacá. 2016. Pág. 69

75. Heyward V, Gibson A. Assessing Muscular fitness. En: Advanced fitness assessment and exercise prescription. 7th edición. Edit. Human Kinets. 2014. Pag. 153-180

76. Konin J, Jessee B. Range of motion and flexibility. Andrews J. En: Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. 4th Edition. Edit. Elsevier. 2012. Pag. 74-88

77. Isidro F, Heredia J, Lloret M. Factores y componentes de la flexibilidad/ ADM. Heredia J, Chulvi I. En: Entrenamiento de la flexibilidad/ ADM para la salud: Programas de reajuste muscular en el fitness. Edit. Wanceulen. 2011. Pag. 17-26

78. Prentice W. Kaminski T. Restoring Range of Motion and Improving Flexibility. En: Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training. 7th Edition. Edit. SLACK Incorporated. 2020: pag. 209-235

79. Fukuda D. Flexibility and Bance. En: Assessments for Sport and Athletic Performance. Edit. Human Kinetics. 2019. pag. 77-105

80. Hui SC, Yuen PY, Morrow JR Jr, Jackson AW. Comparison of the criterion-related validity of sit-and-reach tests with and without limb length adjustment in Asian adults. Res Q Exerc Sport. 1999;70(4):401-6. doi: 10.1080/02701367.1999.10608061.

81. Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. Res Q Exerc Sport. 1998;69(4):338-43. doi: 10.1080/02701367.1998.10607708.

82. Wattie N, Schorer J, Baker J. The relative age effect in sport: a developmental systems model. Sports Med. 2015;45(1):83-94. doi: 10.1007/s40279-014-0248-9.

83. Weineck J. Entrenamiento de la Fuerza. En: Entrenamiento total. Edit. Paidotribo. 2005. Pag 219-220

84. Marieb E, Keller S. The Muscular System. En: Essentials of Human Anatomy & Physiology. 13th Edition. Edit. Pearson Education Limited. 2022: pag. 199-241

85. Fukuda D. Power. En: Assessments for Sport and Athletic Performance. Edit. Human Kinetics. 2019. pag. 133-164

86. Martínez E. Pruebas de aptitudes físicas. Barcelona: Paidotribo, 2007. Pag. 136

87. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. Med Sci Sports Exerc. 1999 Apr;31(4):572-7. doi: 10.1097/00005768-199904000-00013.

88. Miralles I. Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor. Edit. Masson. 2006. Pag.

89. Sandoval C, Calero P. Evaluación de la Fuerza. En: Manual de evaluación de la aptitud física. 2da Edición. Ediciones Universidad de Boyacá. 2016. Pág. 91-112

90. Fukuda D. Muscular Strength and Endurance. En: Assessments for Sport and Athletic Performance. Edit. Human Kinetics. 2019. pag. 165-207

91. American College of Sport Medicine. Health-Related Physical Fitness Testing and Interpretation. En: ACSM´s Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 10th Edition. Edit. Wolters Kluwer. 2017. pag: 128-184

92. Petek BJ, Gustus SK, Wasfy MM. Cardiopulmonary exercise testing in athletes: expect the unexpected. Curr Treat Options Cardiovasc Med. 2021;23(7):49. DOI: 10.1007/s11936-021-00928-z

93. Mazaheri R, Schmied C, Niederseer D, Guazzi M. Cardiopulmonary exercise test parameters in athletic population: a review. J Clin Med. 2021;10(21):5073. DOI: 10.3390/jcm10215073

94. Guazzi M, Bandera F, Ozemek C, Systrom D, Arena R. Cardiopulmonary exercise testing: what is its value? J Am Coll Cardiol. 2017;70(13):1618-36. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.08.012

95. Ruzzolini M, Ambrosetti M. Cardiopulmonary exercise testing in cardiac rehabilitation: from the reporting form to structured exercise prescription. A proposal from the Italian Alliance for Cardiovascular Rehabilitation and Prevention (Itacare-P). Int J Cardiol Cardiovasc Risk Prev. 2023; 18:200191. DOI: 10.1016/j.ijcrp.2023.200191

96. Kabbadj K, Taiek N, El Hjouji W, El Karrouti O, El Hangouche AJ. Cardiopulmonary Exercise Testing: Methodology, Interpretation, and Role in Exercise Prescription for Cardiac Rehabilitation. US Cardiol. 2024 Dec 20;18:e22. doi: 10.15420/usc.2024.37.

97. Squeo MR, Ferrera A, Monosilio S, Spinelli A, Maestrini V, Mango F, Serdoz A, Zampaglione D, Fiore R, Pelliccia A, Di Gioia G. Cardiopulmonary Exercise Testing in Elite Athletes: Rethinking Sports Classification. J Clin Med. 2025 Jul 1;14(13):4655. doi: 10.3390/jcm14134655.

98. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, Collet JP, Corrado D, Drezner JA, Halle M, Hansen D, Heidbuchel H, Myers J, Niebauer J, Papadakis M, Piepoli MF, Prescott E, Roos-Hesselink JW, Graham Stuart A, Taylor RS, Thompson PD, Tiberi M, Vanhees L, Wilhelm M; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. Eur Heart J. 2021 Jan 1;42(1):17-96. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa605. Erratum in: Eur Heart J. 2021 Feb 1;42(5):548-549. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa835.

99. Dores H, Dinis P, Viegas JM, Freitas A. Preparticipation Cardiovascular Screening of Athletes: Current Controversies and Challenges for the Future. Diagnostics (Basel). 2024 Oct 31;14(21):2445. doi: 10.3390/diagnostics14212445.

100. Balady GJ, Arena R, Sietsema K, Myers J, Coke L, Fletcher GF, Forman D, Franklin B, Guazzi M, Gulati M, Keteyian SJ, Lavie CJ, Macko R, Mancini D, Milani RV; American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Peripheral Vascular Disease; Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research. Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2010 Jul 13;122(2):191-225. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181e52e69.

101. Donati F, Guicciardi C, Lodi E, Fernando F, Palermi S, Modena MG, Biffi A. Echocardiography in the preparticipation screening: an old topic revisited. J Cardiovasc Med (Hagerstown). 2023 May 1;24(5):297-301. doi: 10.2459/JCM.0000000000001460.

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.

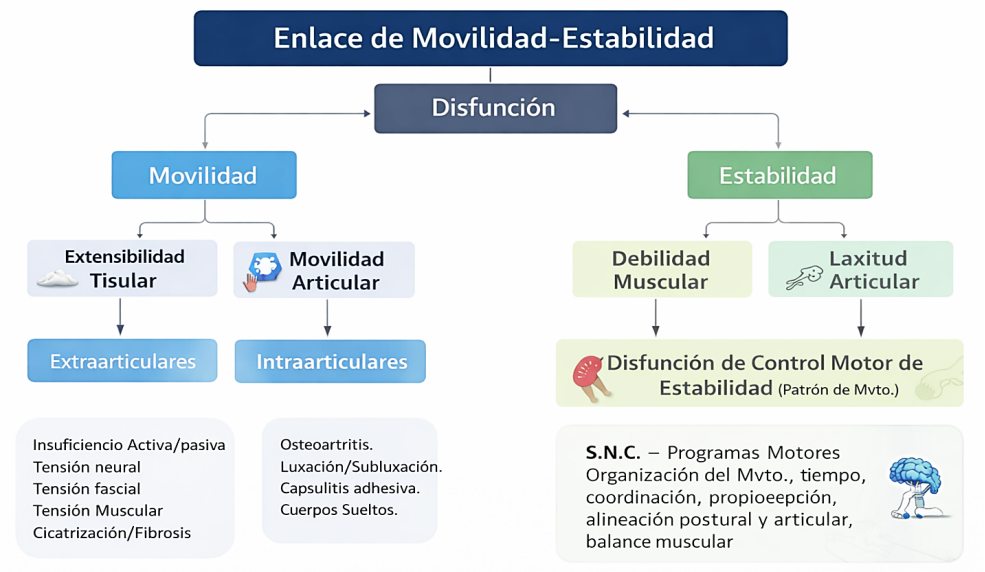
De acuerdo a lo anterior, algunos especialistas recomiendan considerar las siguientes afirmaciones en el contexto evaluativo de un deportista (5):

- 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].

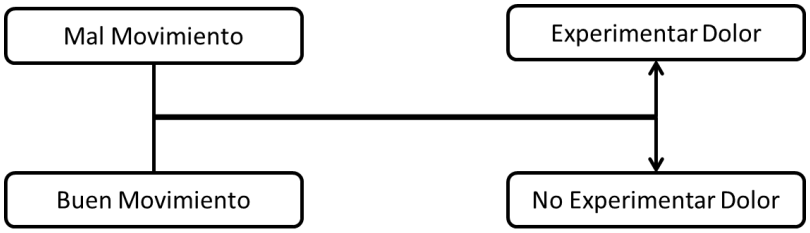
Estos mismos autores proponen un enfoque sistemático y lógico para la evaluación de deportistas, lo que implica un proceso óptimo para la determinar el riesgo, la capacidad o incapacidad de cada evaluado. A continuación, se exponen los objetivos y beneficios de un proceso de Evaluación Funcional del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

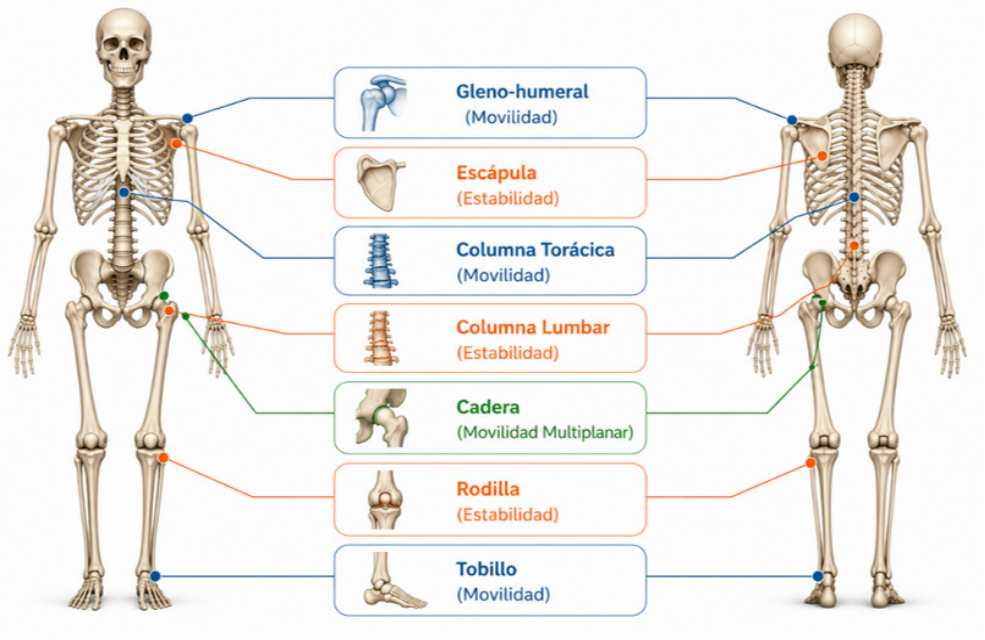


Concepto Joint-By-Joint

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.

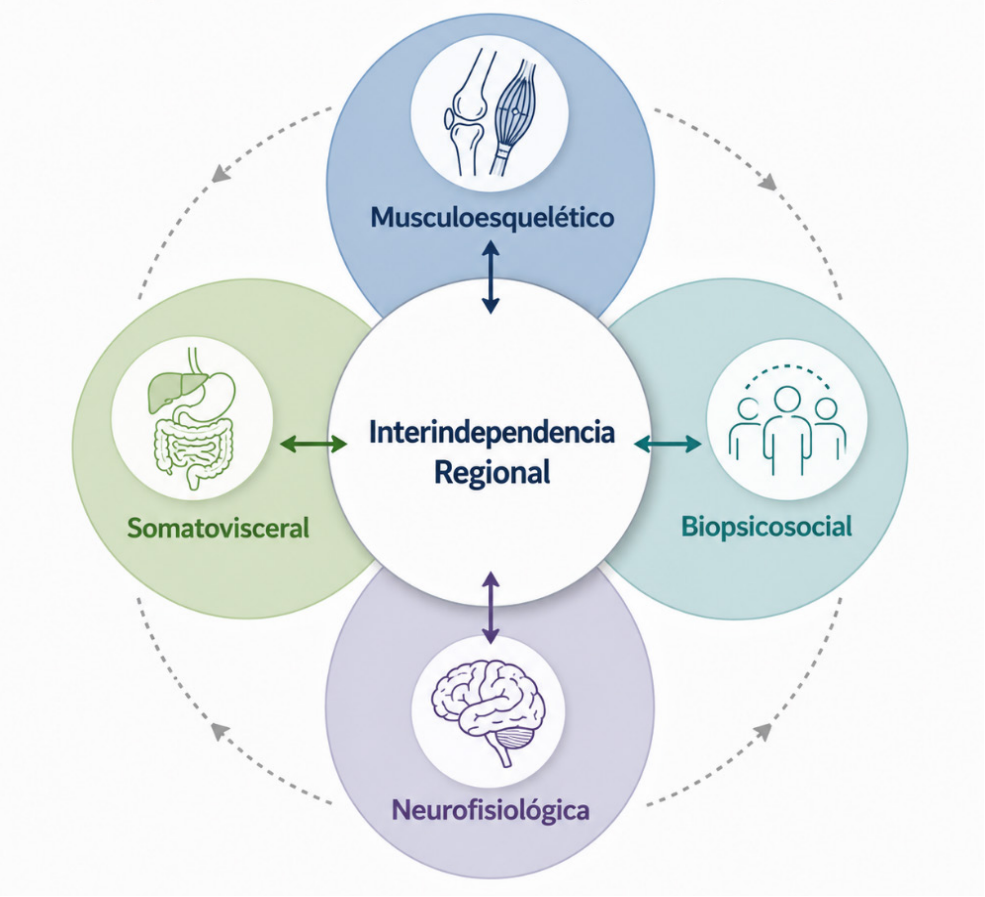
Algunas investigaciones más recientes, han generado respaldo al concepto IR, demostrando la efectividad de las intervenciones mediante la terapia manual en diversas condiciones, como la estenosis espinal, la osteoartritis de odilla y el síndrome patelofemoral (26,27,28).

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.

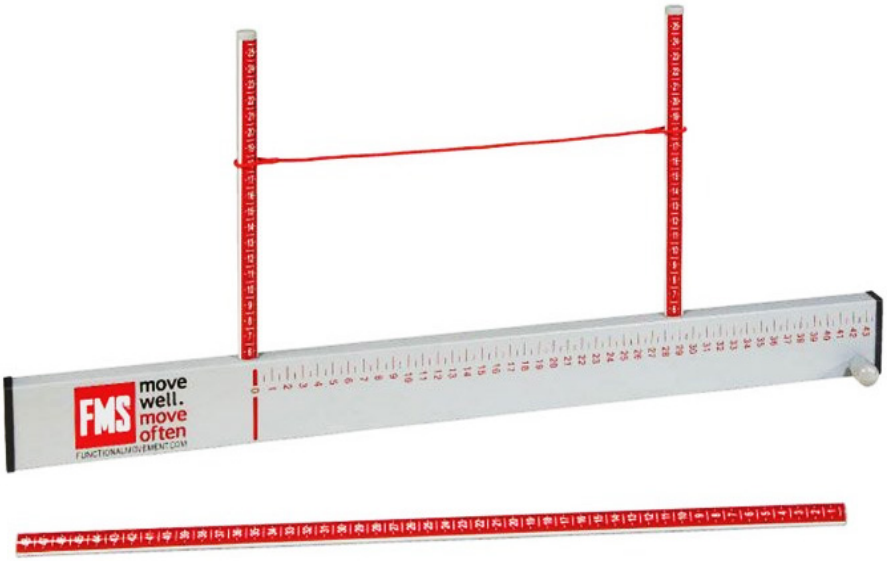
La FMS no se diseñó con el propósito de evaluar personas que presenten dolor al realizar los patrones básicos de movimiento o en aquellos deportistas con lesiones musculoesqueléticas diagnosticadas. Los movimientos que provocan dolor se abordan por medio de la Selective Functional Movement Assessment (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.

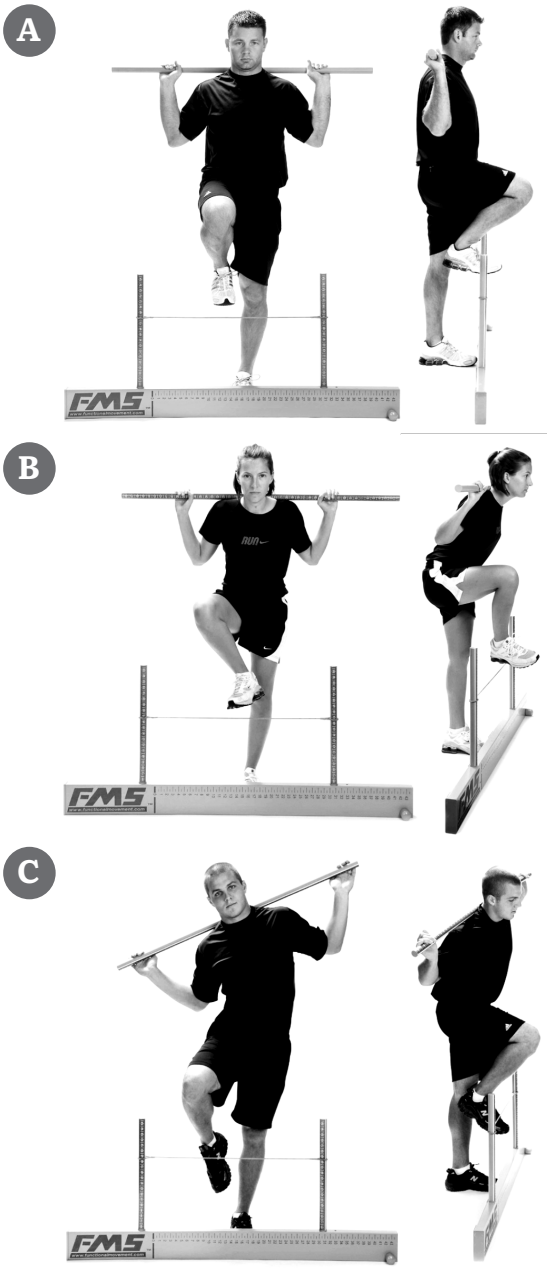
  El deportista debe estar de pie detrás de la base del obstáculo, con los pies alineados y tocando la base del obstáculo. El deportista tomara la vara y la colocara sobre los hombros. Se le pedirá al deportista que pase por encima del obstáculo hasta tocar el suelo con el talón mientras mantiene la columna 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.

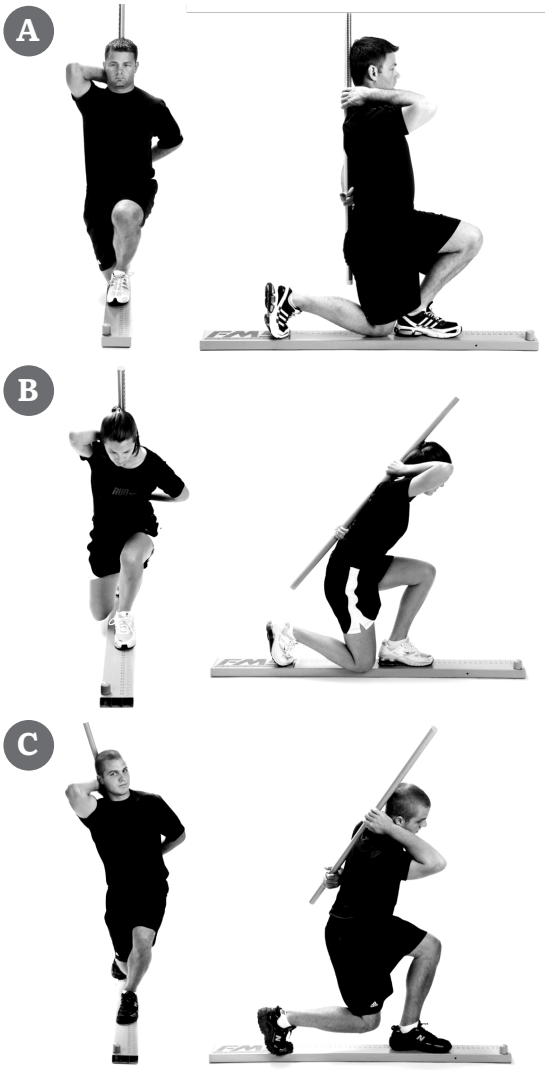
  El patrón de estocada coloca las piernas en una postura dividida, mientras que los brazos adoptan un patrón opuesto, lo que simula el contrapeso natural entre las extremidades superiores e inferiores y requiere estabilización de la columna. Esta prueba evalúa la movilidad y estabilidad de la cadera,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

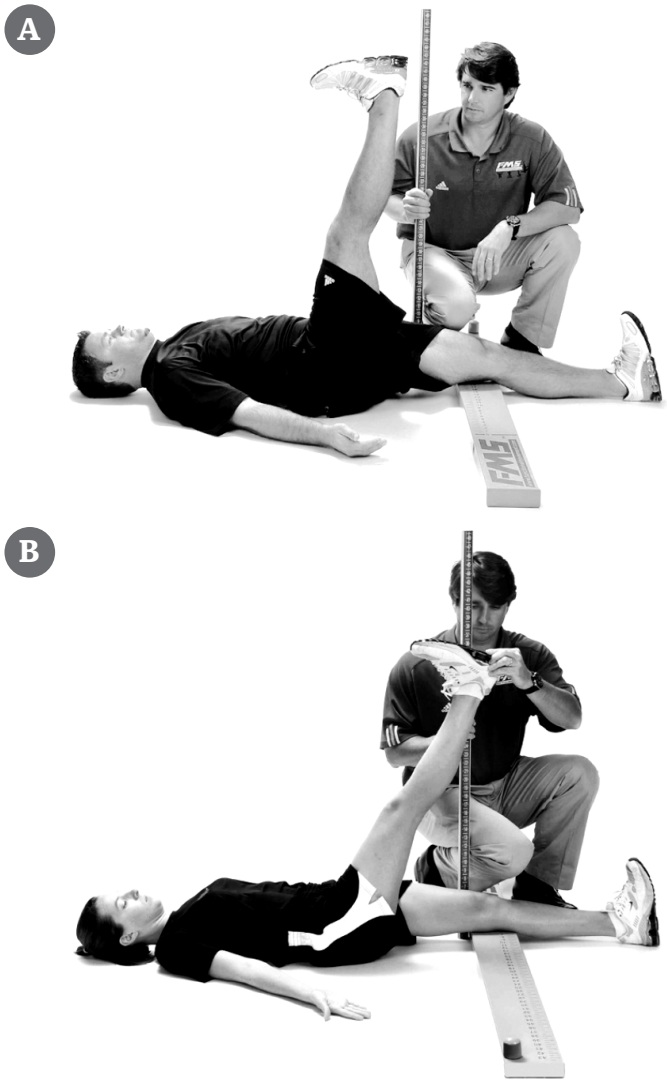
  Al alcanzar el rango final, se observa la posición del tobillo en relación con la clavija. Si el maléolo pasa la clavija, se registra una puntuación de tres. Si no, se ajusta la clavija y se vuelve a puntuar. La prueba de movilidad activa se realiza hasta tres veces en cada pierna. Si no se cumplen los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

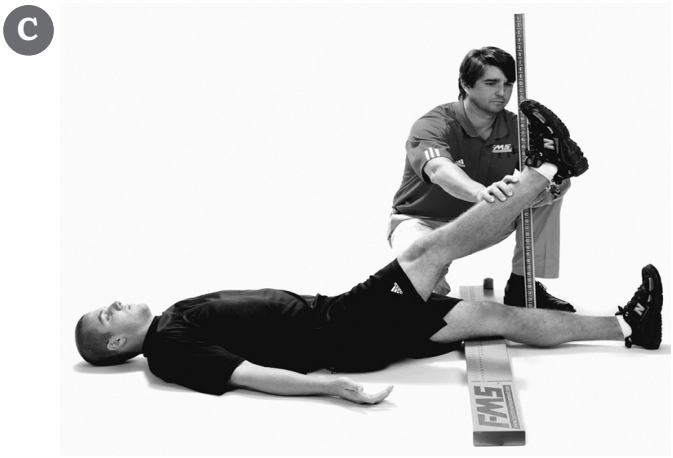
- **Tener en Cuenta:** La extremidad que se mueve indica el lado que se evalúa; si resulta difícil localizar la línea de la articulación, se puede determinar flexionando y extendiendo la rodilla; se debe asegurar que la extremidad inmóvil mantenga la posición neutra; no interprete la puntuación durante

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.

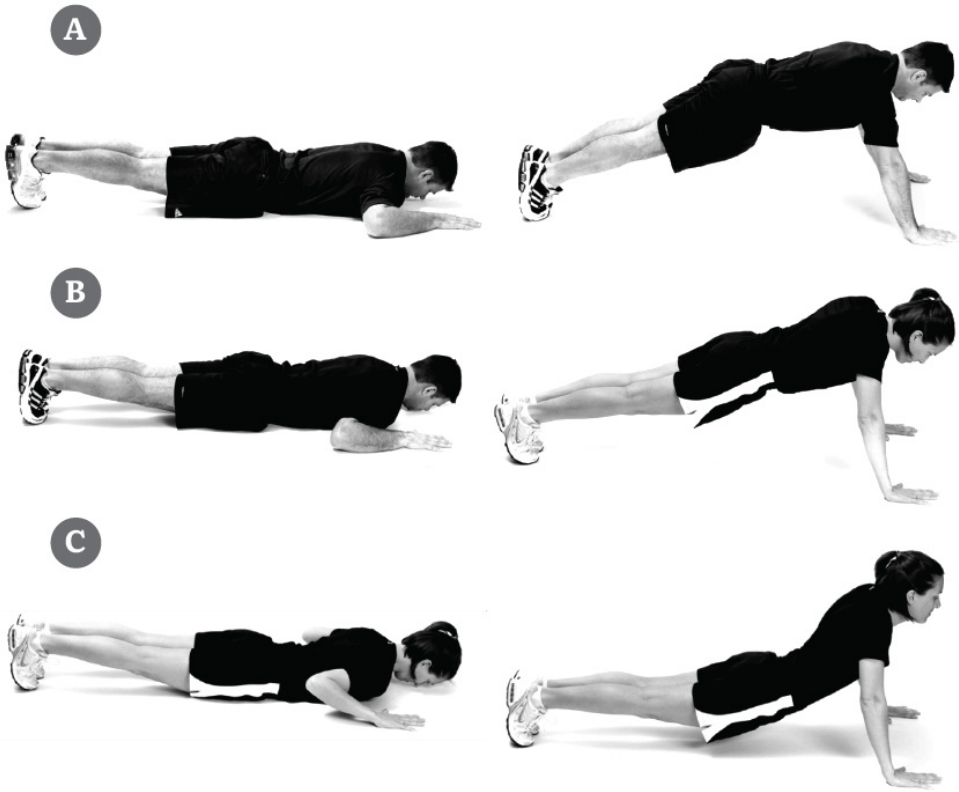
La prueba de flexión de brazos con estabilidad de tronco puede realizar con tres intentos. Si no se cumplen los criterios para una puntuación de tres, se otorga una puntuación de dos; si no se cumplen los criterios para dos, se puntúa con uno.

- **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.

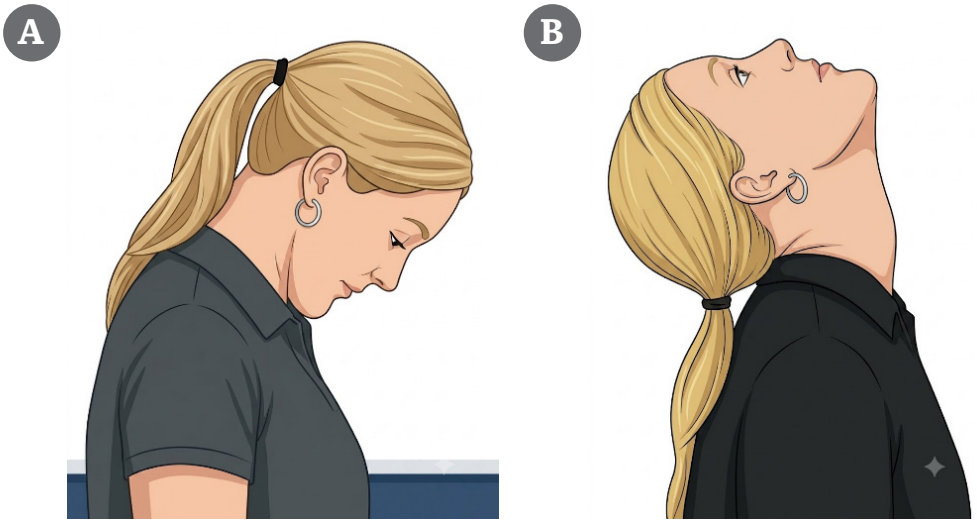
Tener en Cuenta:

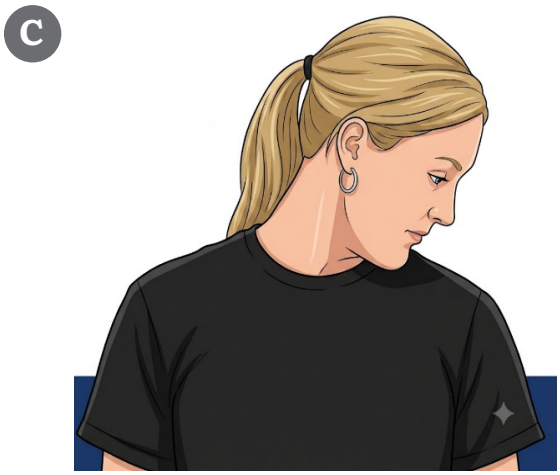
- El paciente debe mantener la boca cerrada durante las pruebas o patrones.
- Indique al deportista que no eleve ni protruya las escapulas.
- Realiza una observación en vita frontal y lateral.
- No explique el movimiento, repita las instrucciones.
- Indague si presento dolor.

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.

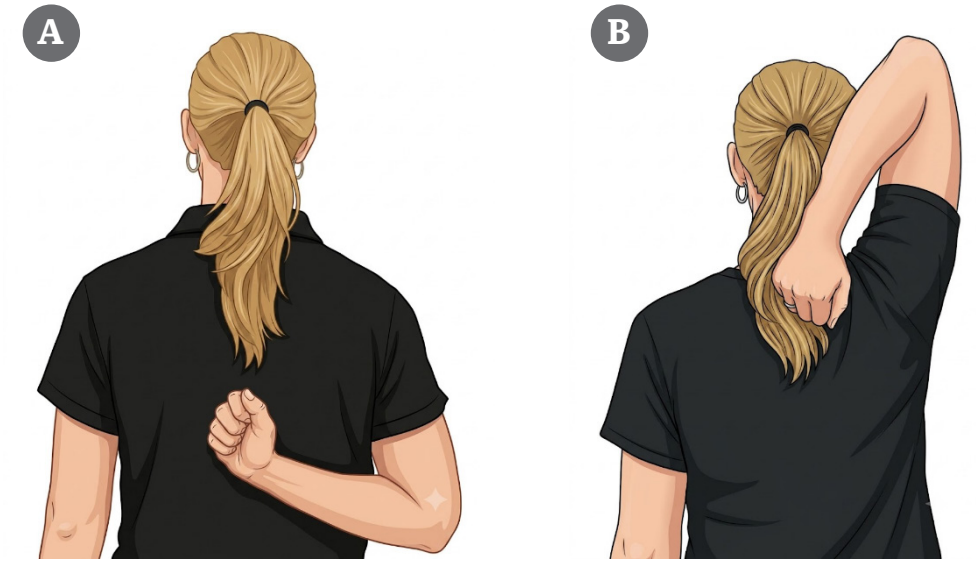
Descripción:

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

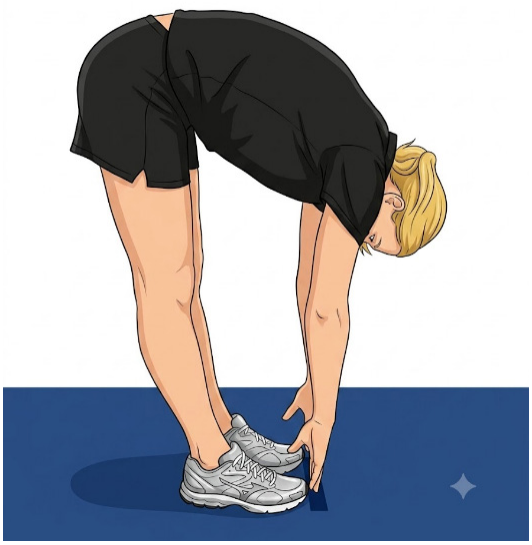
Objetivo: La evaluación de la flexión multisegmentaria analiza la flexión adecuada de caderas y la columna vertebral.

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.

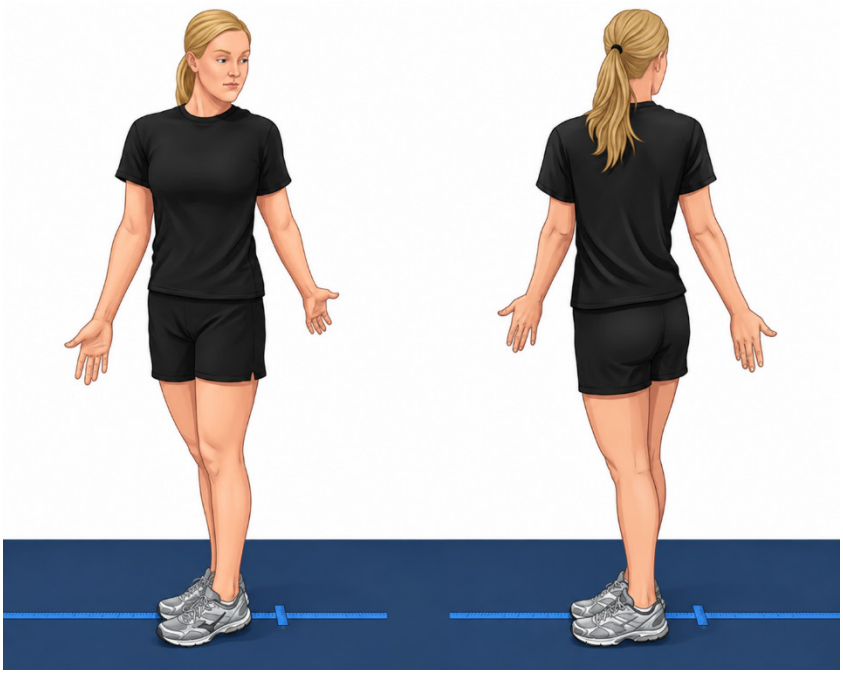
Descripción: El deportista se posiciona de pie, erguido, con los pies juntos, los dedos de los pies se encuentran apuntando hacia adelante y los brazos extendidos a los lados del cuerpo. Posteriormente, el deportista debe girar todo el cuerpo (caderas, hombros y cabeza) lo que más pueda hacia la derecha,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

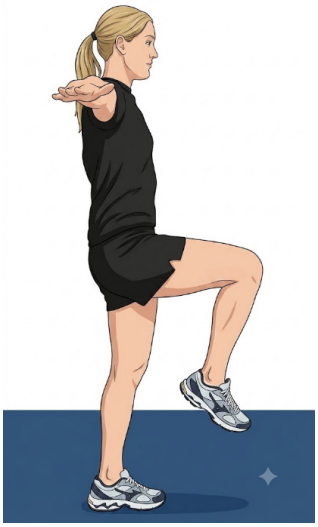
La prueba se realiza nuevamente con los ojos cerrados. El cuerpo cuenta con tres sistemas principales que ayudan a mantener el equilibrio: el sistema visual, el vestibular y el somatosensorial. Al cerrar los ojos y eliminar la visión, el paciente debe depender de los otros dos sistemas para sostener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

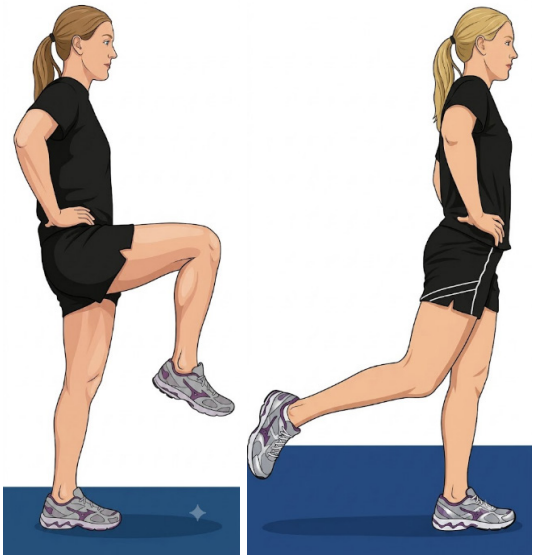
- Realice observaciones desde la cara anterior y lateral del deportista.
- La posición de los pies debe permanecer inalterada durante todo el movimiento.
- No enseñe el movimiento, solo de las instrucciones si es necesario.
- Observar si se pierde la postura erguida o la altura al pasar de dos piernas 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.

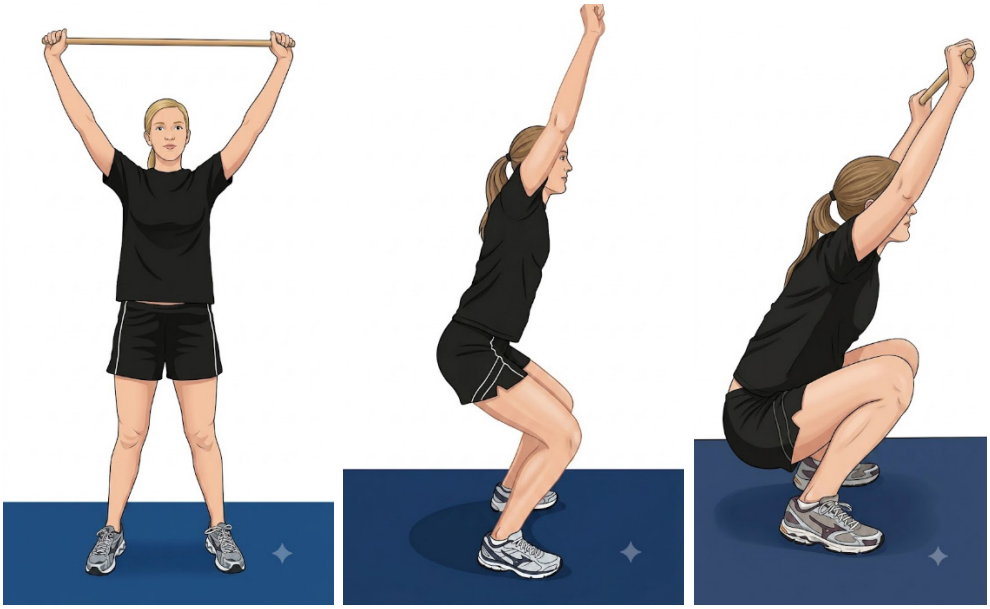
Esta prueba no solo evalúa la movilidad bilateral de las caderas, las rodillas y los tobillos, sino que también, al mantener los brazos por encima de la cabeza, se examina la movilidad bilateral de los hombros y la extensión de la columna torácica. Para una correcta realización, el deportista demostrar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

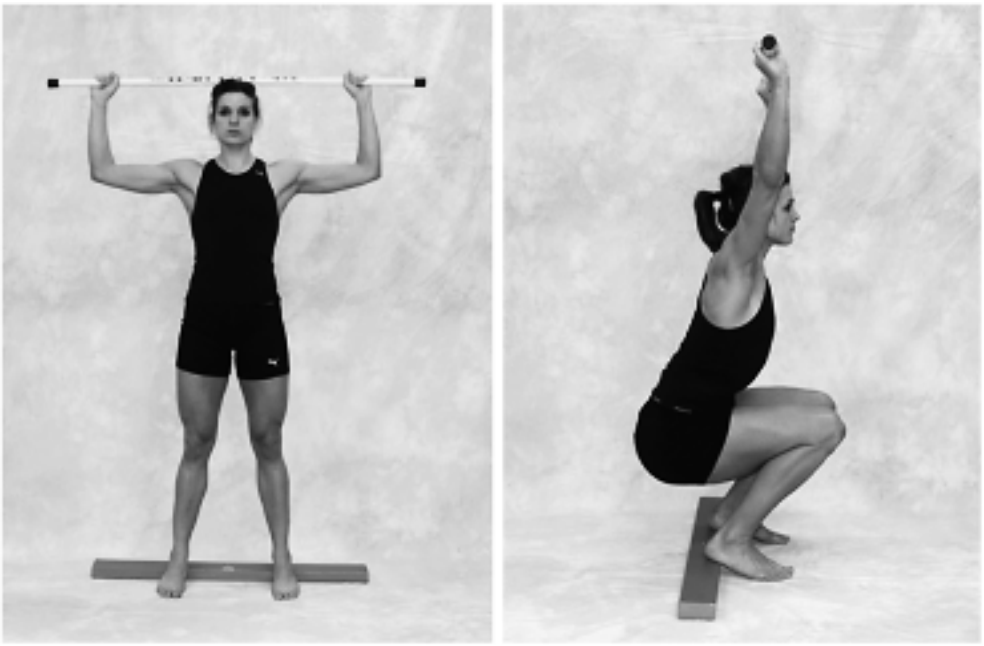
Prueba de Sentadilla Profunda

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.

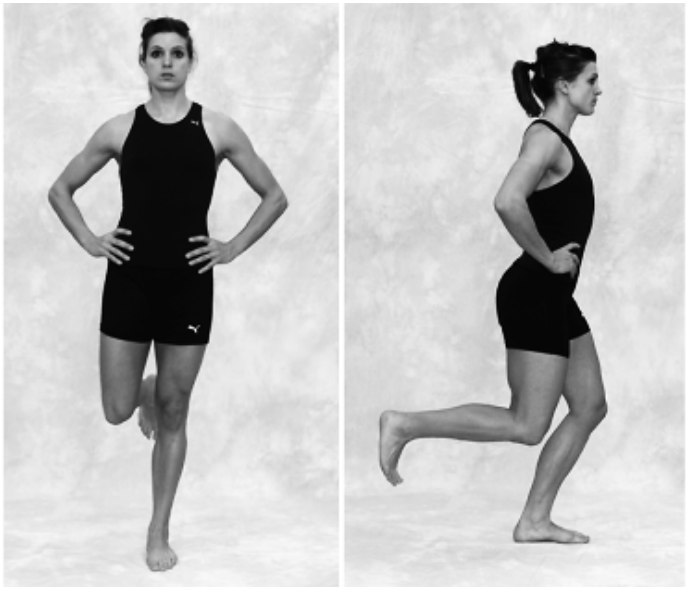
Prueba de Sentadilla con una Pierna

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.

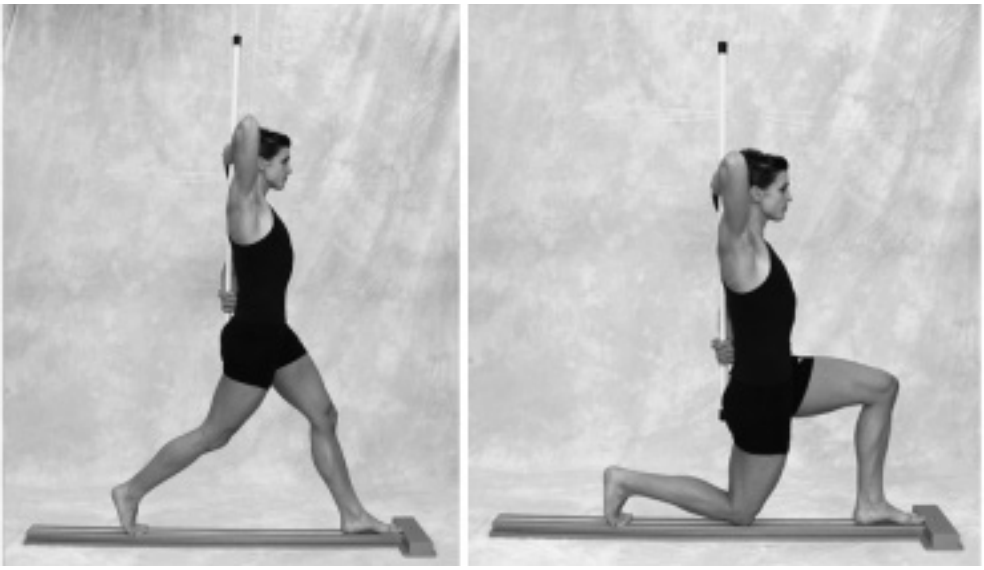
Prueba de Estocada en Línea

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°.

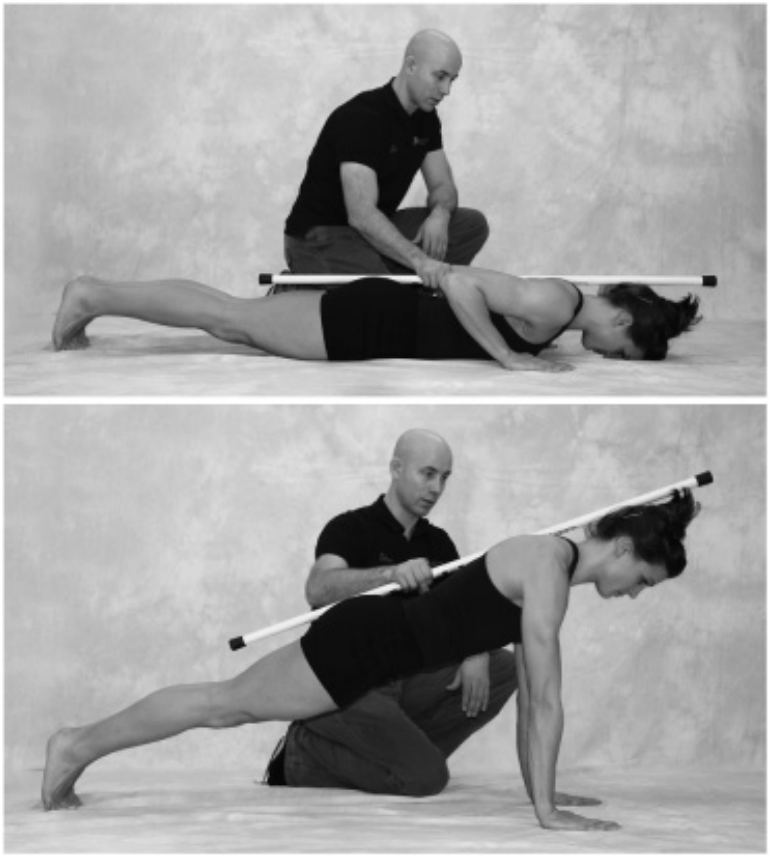
Prueba de Flexiones

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.

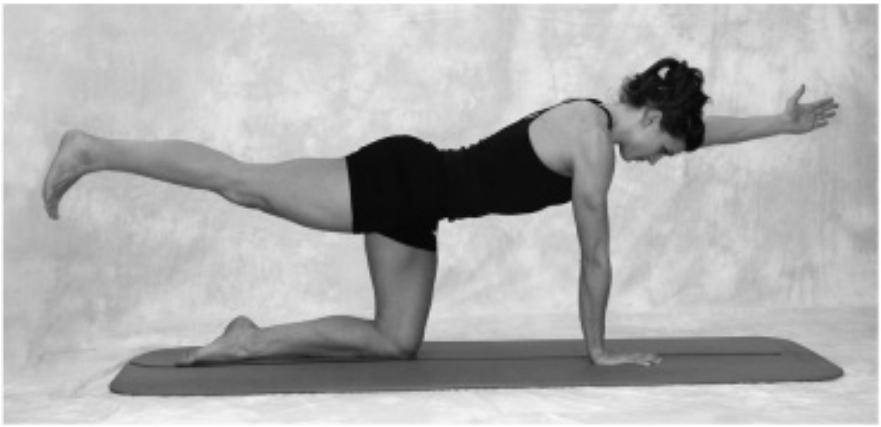
Prueba de Elevación Diagonal

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

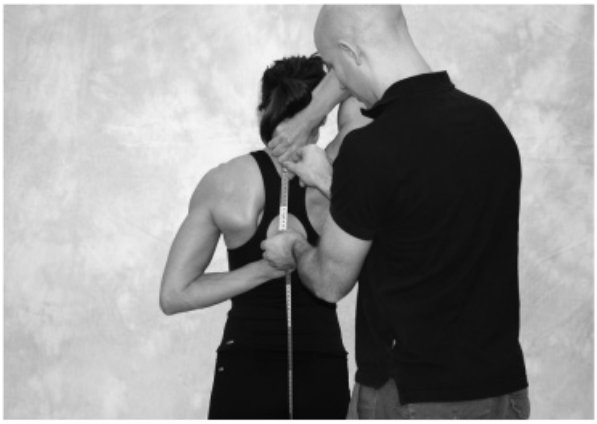
Objetivo de la prueba

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.

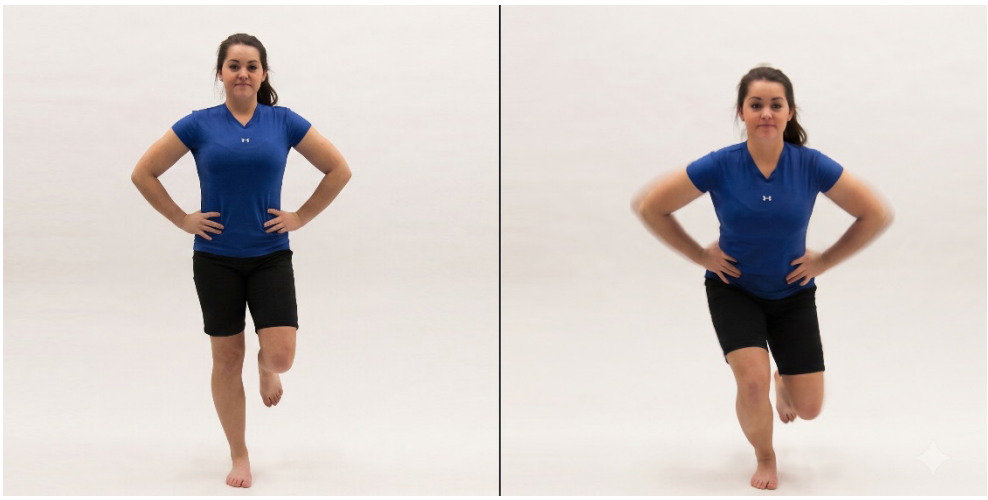
Criterios de Referencia

- 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).

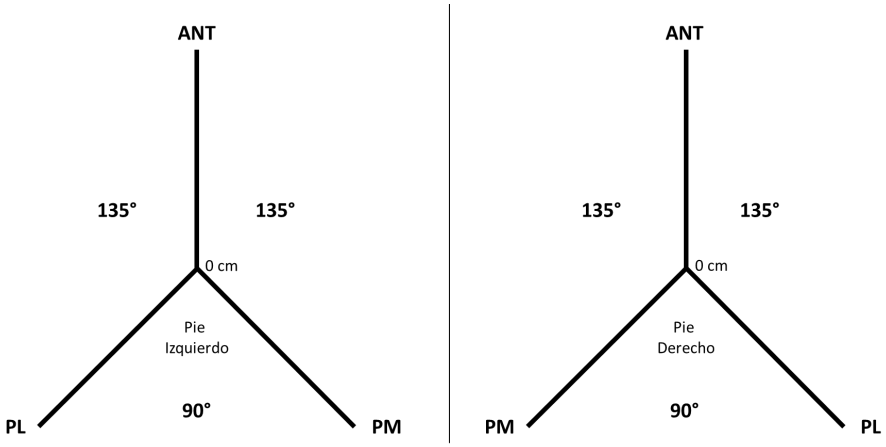
Existen numerosos métodos para evaluar el control postural, que permiten evaluar la velocidad y desplazamiento del centro de gravedad durante una tarea simple como el estar de pie, lo que resulta en una evaluación de control postural estática (85). Para aumentar la dificultad de la tarea, se le solicita 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.

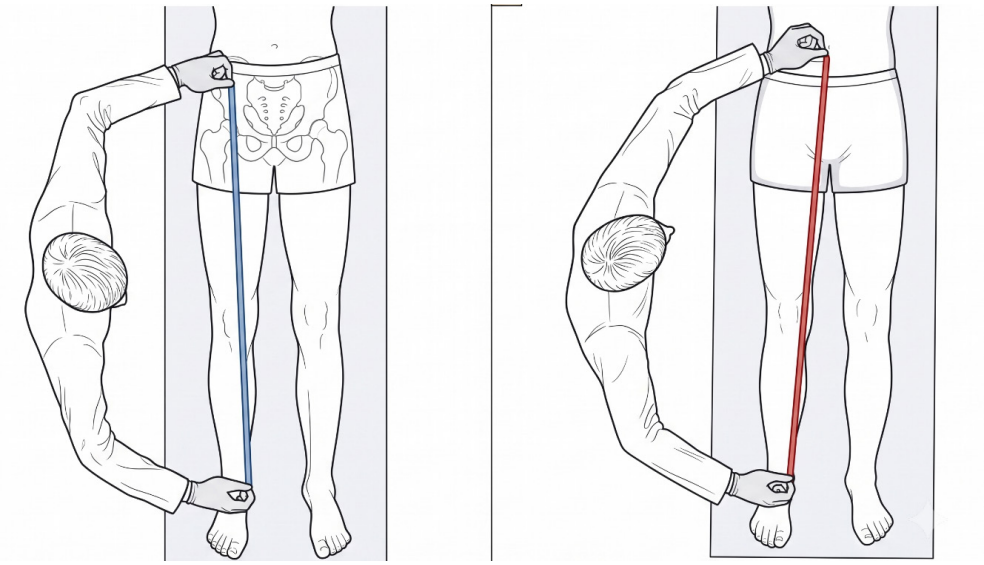
Normalización con Respecto al Miembro Inferior

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

CAPÍTULO 4

Evaluación Neurológica en el Deportista

Neurological Assessment in Athletes

Leidy Tatiana Ordoñez Mora
Universidad Santiago de Cali
https://orcid.org/0000-0001-8365-8155
tatiana.ormora@gmail.com

Nathalie Jhoanna García Ríos
Universidad Santiago de Cali
https://orcid.org/0009-0006-9497-4376
najho.garcia@gmail.com

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

Resumen

El capítulo "Evaluación Neurológica en el Deportista" se centra en la importancia de realizar una evaluación exhaustiva del sistema neurológico en atletas, no solamente desde la intervención sino también desde la prevención. Se exploran los métodos y herramientas necesarios para identificar deficiencias neurológicas que puedan afectar el rendimiento deportivo y la seguridad del deportista.

El objetivo principal de este capítulo es proporcionar un marco de referencia para la evaluación neurológica, que permita a los profesionales de la salud y el deporte identificar y abordar adecuadamente las necesidades específicas de los atletas. Se describen materiales como escalas de evaluación neurológica,

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Ordoñez Mora LT, García Ríos NJ, Calero Saa PA. Evaluación neurológica en el deportista. 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. 299-321. https://doi.org/10.35985/9786287914162.4

pruebas de función motora y sensorial, así como herramientas de diagnóstico por imagen que ayudan a obtener una visión integral del estado neurológico del deportista.

Las conclusiones del capítulo enfatizan la relevancia de una evaluación neurológica precisa y sistemática, que no solo contribuya a la identificación de lesiones o disfunciones, sino que también facilite la planificación de intervenciones adecuadas. Se destaca que una evaluación neurológica bien realizada puede mejorar la prevención de lesiones, optimizar el rendimiento y promover una recuperación más efectiva. En resumen, este capítulo es una guía esencial para los profesionales que buscan entender y aplicar evaluaciones neurológicas en el contexto deportivo, asegurando así un enfoque integral en la atención del deportista.

Palabras clave: Conmoción Encefálica, Evaluación de Síntomas, Especialidad de Fisioterapia.

Abstract

The chapter "Neurological Assessment in Athletes" focuses on the importance of performing a comprehensive assessment of the neurological system in athletes, not only from an intervention perspective but also from a preventive perspective. The methods and tools necessary to identify neurological deficiencies that may affect the athlete's sports performance and safety are explored.

The main objective of this chapter is to provide a framework for neurological assessment, which allows health and sports professionals to adequately identify and address the specific needs of athletes. Materials such as neurological assessment scales, motor and sensory function tests, as well as diagnostic imaging tools that help to obtain a comprehensive view of the athlete's neurological status are described.

The conclusions of the chapter emphasize the relevance of an accurate and systematic neurological assessment, which not only contributes to the identification of injuries or dysfunctions but also facilitates the planning of appropriate interventions. It is highlighted that a well-performed neurological assessment can improve injury prevention, optimize performance, and promote more effective recovery. In summary, this chapter is an essential guide for professionals seeking to understand and apply neurological assessments in the sports context, thus ensuring a comprehensive approach to athlete care.

Keywords: *Brain Concussion, Symptom Assessment, Physical Therapy Specialty.*

Introducción

"El cerebro humano es un universo en sí mismo, un vasto océano de neuronas y conexiones que aún estamos comenzando a explorar."

—Michio Kaku

A través del tiempo, el deporte y la competición evolucionaron con relación a las exigencias y cambios derivados de los aspectos económicos, sociales y políticos, y la medicina deportiva no ha sido ajena a esta evolución. Aunque los principios básicos de atención a los deportistas se mantienen, estos principios se han transformado en un esfuerzo multidisciplinario que integra a los padres del deportista, los entrenadores, preparadores físicos, fisioterapeutas deportivos y médicos deportivos. Es así como, la aparición de nuevos deportes y niveles de competencia ha cambiado la forma en que se cuida a los deportistas. hoy, los efectos fisiológicos y psicológicos del deporte en el cuerpo humano son objeto de un análisis más riguroso y científico. Además, la medicina deportiva neurológica ha visto un crecimiento significativo en la investigación y la concienciación pública (2).

Las lesiones neurológicas deportivas son complejas y temidas a las que se enfrentan los deportistas. La incidencia y los tipos de estas lesiones varían según el deporte, la edad y el nivel de competencia. El riesgo de sufrir una lesión neurológica está principalmente relacionado con la naturaleza del deporte, ya sea contacto, colisión o sin contacto, así como con las actividades específicas que se realizan. Generalmente, el riesgo de lesiones es mayor durante las competiciones que en las prácticas; sin embargo, el aumento de identificación de lesiones en los últimos años ha subrayado la necesidad de prestar atención constante a la seguridad de los deportistas (2).

Es por lo anterior, que se hace necesario empezar a crear conciencia de la importancia de la evaluación temprana del atleta, no solo desde el ámbito osteomuscular, sino también neurológico, observando aspectos como la integridad del nervio periférico, la integridad sensorial, la función motora, entre otros, que si bien, puede que no estén alterados por completo, una mínima falla puede provocar un mayor compromiso funcional en el individuo, complicando el desarrollo de sus actividades ocupacionales, laborales, personales y sociales.

De esta misma manera, este capítulo pretende enseñar, aspectos básicos de la evaluación neurológica, durante el proceso de intervención previos a una lesión deportiva o bien, posteriores a ella, que permita tener una mayor comprensión del estado funcional del deportista, evitando lesiones o reincidencias en las lesiones producto del gesto deportivo.

Fundamentos de la Neurología en el Deporte

En términos anatómicos, el sistema nervioso se divide en dos. Sistema nervioso central y periférico; el primero conformado por el cerebro y la médula espinal, mientras que el segundo, por los nervios craneales y periféricos. Mientras que en términos fisiológicos la división es aunque también en dos, se considera de forma somática y autónoma; la somática se encarga principalmente de la contracción muscular y la sensibilidad, mientras que la autónoma, detecta y controla las condiciones del ambiente interno, es decir, es inconsciente (1)

Ahora bien, al hablar del sistema nervioso central, es importante mencionar que está constituido por el encéfalo y la médula espinal, el cual está dentro del cráneo. El primero, tiene tres divisiones.

- ***Tallo cerebral:*** El cual a vez tiene tres divisiones asociadas a los pares craneales entre las que están: médula oblonga o bulbo raquídeo, puente de Varolio asociado al cerebelo y el mesencéfalo que además contiene núcleos basales. (1)
- ***Cerebelo:*** A nivel funcional se divide en diversas regiones, una dedicada al equilibrio y el movimiento ocular, la siguiente se encarga del control de la musculatura paraxial en el movimiento del tronco y los miembros inferiores y finalmente, su última porción se encarga del habla y los movimientos coordinados (1). Sin embargo, también hay investigaciones que sugieren papeles importantes en funciones afectivas superiores. (1)
- ***Cerebro:*** Compuesto por dos hemisferios cerebrales que incluyen la corteza cerebral que está marcada por circunvoluciones o giros y la sustancia blanca quien en su interior se encuentran diversos núcleos conocidos como ganglios basales. Cada hemisferio está dividido en cuatro lóbulos: frontal, parietal, occipital y temporal (1) sin embargo, dependiendo de la literatura se puede incluir a la ínsula como parte de los lóbulos, teniendo relación directa con el hipocampo.

Mientras que la médula espinal, es la continuación de la médula oblonga hasta aproximadamente L2 en adultos (conociéndose como cono medular), terminando en el *filum terminale* o también llamado "cola de caballo" el cual está compuesto por raíces nerviosas que se adhieren al cóccix. De esta manera, la médula tiene un papel importante en el sistema nervioso, pues en su interior abarcan axones y receptores de neuronas sensitivas, motoras y autónomas, dando paso a los tractos y/o vías ascendentes y descendentes. (4)

Pasando ahora al sistema nervioso periférico, este, está compuesto por estructuras externas del encéfalo y la médula espinal, como lo son los nervios craneales (12 pares), nervios espinales (31 pares), ganglios y los órganos receptores periféricos (3). Algunos textos llegan a describir subdivisiones como somáticas y autónomas, en donde en la primeras, relacionan la acción voluntaria mientras que la autónoma, regula las acciones involuntarias a través del sistema simpático y parasimpático, teniendo efectos opuestos (antagónicos) sobre las estructuras que inervan, abarcando desde el músculo liso, músculo cardiaco y glándulas secretoras, siendo también una parte importante en los mecanismos de control homeostáticos en el interior del organismo (5)

Relación entre el Sistema Nervioso y el Rendimiento Deportivo

Después de repasar un poco la neuroanatomía del sistema nervioso, es importante conocer la relación entre este y el rendimiento deportivo, partiendo por la identificación de los efectos de uno sobre el otro.

De manera inicial, la actividad física suele tener efectos en sistema nervioso central (SNC), incluyendo aspectos como el estado de ánimo, funciones cognitivas, memoria, aprendizaje, que, a su vez, están relacionadas con el aumento de factores neurotróficos y marcadores de plasticidad sináptica, de igual forma, generando una disminución de los factores inflamatorios. Ahora bien, viendo la relación directa del ejercicio sobre algunas estructuras, es importante mencionar que dicha actividad genera sobre el hipocampo mayor neurogénesis, lo que facilita losl procesos de generación celular, observándose principalmente en actividades de resistencia. (22)

Sin embargo, viéndolo del lado opuesto, en donde es el sistema quien influye de manera directa en el rendimiento deportivo, algunos estudios sugieren que la modificación de los circuitos cerebrales y espinales que se producen por la neuroplasticidad —siendo considerada como la capacidad del sistema nervioso para responder a los diferentes estímulos intrínsecos y extrínsecos realizando la organización y/o reestructuración necesaria que asegure la función— facilitan

el aumento de la fuerza de los músculos tras los periodos de resistencia (23), la cual suele ser entrenada en las actividades deportivas.

Algunas evidencias científicas mencionan que al realizar entrenamiento de la resistencia, mejoran la fuerza muscular debido al aumento de la velocidad contráctil, generando entonces mayor rendimiento deportivo, sin embargo, dicha hipótesis es mucho más fuerte en los atletas adolescentes debido a los cambios neuroplasticidad asociados a la edad. (23) mientras que el entrenamiento hipóxico, además de tener efectos en la resistencia del atleta, genera cambios en la función del sistema nervioso autónomo, como por ejemplo, la regulación de la dinámica cardiovascular, la actividad del nervio vago - quien se relaciona con el rendimiento de los ejercicios de resistencia - además del aumento de las funciones hemodinámicas (24).

Indicaciones para la Evaluación Neurológica

La neurología deportiva está orientada principalmente al manejo de las lesiones neurológicas asociadas con el deporte, como resultado también al aumento de conciencia a nivel social sobre las consecuencias resultantes de estas. Aproximadamente el 2,5% de las lesiones deportivas presentan algún tipo de afección neurológica, asociadas a lesiones cerebrales (hemorragias cerebrales, disecciones cerebrales), lesiones o infartos medulares, eventos traumáticos, eventos no traumáticos (síndrome de encefalopatía posterior reversible, trombosis venosa cerebral) y neuropatías periféricas (15).

A continuación, se mencionan algunas de ellas:

- ***Lesiones Cerebrales de Tipo Traumáticas o No Traumáticas:*** Suele ser común en deportes de contacto como el boxeo, Rugby, entre otros; puede generar síntomas leves hasta provocar la muerte. Algunos de los síntomas leves que se pueden producir son mareos, náuseas, amnesia, dolor de cabeza que suelen resolverse las dos primeras semanas, no obstante, las neuroimágenes pueden tardar un mes en volver a su estado basal. (16) Muchas de estas situaciones médicas pueden hacer más propensos a los deportistas a lesiones agudas, significando un mayor factor de riesgo en la generación de secuelas neurológicas a largo plazo.

  En el ámbito deportivo, es muy frecuente escuchar el término “concusión” o “conmoción cerebral” el cual es definido por múltiples organizaciones como una lesión traumática que puede desencadenar deterioro neurológico temporal, siendo la cefalea uno de los síntomas más comunes, continuando con nauseas, fotosensibilidad, alteraciones cognitivas,

agitación, visión doble o borrosa, fatiga, alteración vestibular que puede provocar alteraciones de balance, entre otros. (52)

Otro de los eventos que también se pueden presentar son las disecciones arteriales, que si bien, pueden generar síntomas neurológicos inmediatos, estos también pueden aparecer hasta 24 horas después del traumatismo, generando debilidad muscular y alteración neurológica importante, llevando consigo a infartos cerebrales o hematomas intracraneales. (18)

- ***Lesiones Medulares:*** En comparación con las lesiones cerebrales, las lesiones medulares suelen tener menos frecuencia. En el caso de las lesiones cervicales, son muy poco comunes, sin embargo, tienden a generar discapacidad grave y permanente, siendo ocasionadas por deportes principalmente de contacto (21)
- ***Neuropatías Periféricas:*** Al hablar de neuropatías periféricas, también se hace referencia a procesos de dolor. En el caso de los deportistas, suele ser más complejo, debido a factores como umbral y tolerancia al dolor. Los ejemplos de dolor neuropático como enfermedad incluyen el síndrome de dolor regional complejo (SDRC), la neuropatía periférica y las lesiones de la médula espinal. (17)

El síndrome de dolor regional complejo (SDRC) puede ser el resultado de varios traumatismos menores o mayores, lesiones quirúrgicas o discopatías (17). Mientras que las lesiones de nervio periférico suelen ser comunes producto del estrés continuo durante el gesto deportivo, no obstante, dado que los síntomas pueden ser inespecíficos el diagnóstico puede retrasarse (19). Uno de los eventos más comunes es el dolor de hombro, el cual se considera uno de los motivos de consulta más frecuente de algunos atletas de deportes como fútbol, voleibol, balonmano y levantamiento de pesas, asociado principalmente a neuropatía periférica a nivel subescapular, la cual además provoca hipotrofia muscular y deterioro de la función muscular. (17), de la misma manera, se presentan estas últimas, en otras regiones corporales.

Importancia de la Evaluación en la Prevención de Lesiones y en la Rehabilitación

Las lesiones generadas en el deportista no solo afectan el desempeño del atleta en su tarea laboral, sino también otros aspectos como el bienestar físico y/o emocional, comprometiendo en algunas ocasiones su desarrollo en el entorno. No obstante, muchas de estas lesiones pueden llegar a prevenirse

si se tienen en cuenta aspectos previos al entrenamiento o a la ejecución del gesto deportivo.

Es así como se empiezan a crear diferentes protocolos y formaciones cuyo propósito es establecer estrategias de prevención, tal como lo fue, la VI Conferencia Internacional sobre la Conmoción en el Deporte realizada en octubre del 2022 en Amsterdam, en donde se discutió entre sus puntos de reunión, el concepto de conmoción, así como establecer diferentes estrategias de prevención que incluye además cambios en normativas de algunos deportes, entrenamientos neuromusculares y otras estrategias en pro del bienestar del atleta (25).

Del mismo modo, se consideró pertinente tener en cuenta que hay eventos como las concusiones en donde los síntomas pueden incluso presentarse hasta siete días después del traumatismo por lo que el seguimiento deberá realizarse posterior a la fecha de la lesión, por lo que la capacitación de miembros de la familia, entrenadores y demás personas que estén cercanos al deportista es de vital importancia, pues serán los primeros en identificar cualquier cambio en el carácter que pueda significar una alarma (52). En la actualidad existe una escala llamada "Post-Concussion Symptom (PCSS)" la cual permite cuantificar la gravedad de los síntomas post concusion por categorías.

Es por lo anterior, que la prevención de lesiones deportivas no viene solamente desde las actividades previas al gesto deportivo, sino también, desde un adecuado proceso de evaluación e intervención fisioterapéutico, que evite reincidencias. En cuanto al aspecto neurológico, es importante considerar aspectos como: la sensibilidad, integridad del nervio periférico, equilibrio, balance, entre otros, los cuales se explicarán a continuación.

Métodos de Evaluación Neurológica

Desde la fisioterapia, es importante considerar la asociación americana de fisioterapia, también conocida por sus siglas como APTA. La cual, tiene como objetivo mejorar la salud y calidad de vida de las personas, promoviendo desde la fisioterapia trabajar desde la prevención, diagnóstico y tratamiento, proporcionando así una guía actualizada basados en publicaciones científicas que permiten organizar y sistematizar el proceso de examinación, evaluación que lleve finalmente a la intervención.

De esta forma, APTA propone de manera inicial empezar con la examinación, la cual consiste en la toma de historia clínica.

Historia Clínica

La historia clínica es considerada también un recuento sistemático que arroja información del pasado y presente del paciente, incluyendo información sociodemográfica, estado general de salud, hábitos, antecedentes personales, familiares, quirúrgicos, enfermedades previas de cualquier tipo, estado funcional o limitaciones funcionales, nivel de actividad física y en el caso de los deportistas, tipo y/o gesto deportivo, antecedentes medicamentosos, entre otros.

Identificación de Síntomas Neurológicos

Durante la toma de la anamnesis, es importante también tener en consideración a través del interrogatorio y la observación, los signos o síntomas neurológicos en el paciente y/o deportista, como por ejemplo:

- ***Funciones mentales y cognitivas:*** A través del interrogatorio inicial en la toma de anamnesis, se puede explorar el lenguaje, identificando algún tipo de alteración en la comunicación, expresión y/o comprensión. De igual forma, se pueden reconocer alteraciones en orientación, sin embargo, es importante recordar que el nivel cognitivo no puede ser diagnosticado con pruebas simples, pues requiere de pruebas específicas con el apoyo de profesionales externos.
- ***Postura:*** Asimetrías corporales, alineación postural, uso de hemicuerpos o integración de miembros superiores/inferiores en el movimiento
- ***Integridad del nervio periférico:*** Empezando por los pares craneales, se pueden observar nistagmos, seguimiento visual, disminución del reflejo pupilar (9), expresiones de la mímica facial, movimientos de cabeza y cuello.
- ***Integridad refleja:*** Aparición de movimientos involuntarios como: clonus, temblores, tics, mioclonías, balismos, hemibalismos, entre otros.
- ***Integración sensorial:*** Durante la toma de anamnesis, se puede indagar sobre los síntomas relacionados a las mononeuropatías como sensación de adormecimiento en alguna extremidad (20),
- ***Función motora y marcha:*** se puede observar paso, cadencia, velocidad de la marcha, pie caído, debilidad muscular marcada en segmentos corporales y/o hemicuerpos (9), alteración visible del tono muscular, reacciones asociadas, velocidad de transiciones o cambios de posición, función manual (11)

Examen Neurológico

El examen neurológico se hará entonces basándose en las categorías de medición según APTA. Este plantea 26 categorías, las cuales deben ser seleccionadas acorde a las características individuales de cada paciente, ayudando así a identificar las alteraciones funcionales, necesidades y barreras a las que puede exponerse durante el proceso de rehabilitación. Del total de ellas, se mencionan a continuación sólo las que se harán referencia al componente neurológico:

I. ***Funciones mentales y cognitivas:*** Son aquellas funciones que abarcan diferentes procesos, como lo son la atención, cognición, lenguaje, ejecución, percepción, dando cabida a las funciones mentales globales y específicas. (7). Estas se pueden alterar como consecuencia a la depresión o diagnósticos psicológicos y/o psiquiátricos, efectos secundarios a medicamentos, enfermedades recientes (10) o bien, traumatismos que terminen afectando el sistema nervioso central en su componente estructural.

II. ***Integridad refleja:*** Una de las principales manifestaciones clínicas en la lesión neurológica es la alteración de la integridad refleja, pues por medio de ella se puede observar el adecuado funcionamiento de las vías sensoriales y motoras que se manifiestan a través de la ruta neuronal implicado en un acto reflejo como una reacción estereotipada e involuntaria y del tono muscular (6,7). Algunas de las situaciones en las que se debe tener en cuenta una posible alteración de la integridad refleja son: caídas, traumatismos, lesiones cerebrales. (13)

III. ***Integridad Sensorial:*** El sistema nervioso responde a tres tipos de sensibilidad: Superficial, profunda y cortical. Es a través de la integración de la información recibida por dichos conductos que participan diferentes estructuras cerebrales, permitiendo el desarrollo del individuo en el entorno.

La evaluación está indicada en aquellos pacientes que han tenido accidentes o eventos cerebro vasculares, lesiones medulares, traumatismos craneoencefálicos (14), sin embargo, alteraciones musculoesqueléticas pueden llegar a comprometer la sensibilidad superficial del segmento comprometido, como por ejemplo, fracturas, luxaciones, trastornos de la bursa, tendones, entre otros (14) que terminen afectando el recorrido del nervio y a su vez, generando dolor.

IV. ***Integridad de nervio periférico:*** Los nervios espinales o craneales, tienen diversas funciones en el organismo, entre las que se pueden destacar componentes de tipo: somático, visceral, aferentes y eferentes (6). Estos

pueden verse comprometidos por diversas situaciones, por lo que es importante una adecuada evaluación. Algunos factores de riesgo por los que se puede considerar una lesión del nervio periférico son: caídas, lesiones por aplastamiento, traumas craneoencefálicos y/o movimientos repetitivos. (9)

V. ***Función motora:*** Definida por el APTA como la capacidad de aprender, demostrar, mantener, modificar y controlar las posturas voluntariamente al igual que los patrones de movimiento. (6) Es importante realizar diversas pruebas que permitan evaluar la existencia de debilidad, parálisis o resistencia a los movimientos generando disfunciones, anomalías, mala coordinación, torpeza motora o patrones de movimiento involuntario (11). Son varios los motivos por los cuales la función motora puede verse afectada según la APTA, entre los que están: traumatismos craneales, lesiones cerebrales, lesión de la médula espinal, alteraciones vestibulares, entre otros. (11)

VI. ***Balance:*** definido como la capacidad de mantener el cuerpo en equilibrio a través de los diferentes ajustes posturales ya sea en una sola posición o bien, durante el movimiento (estático y dinámico). (6) La evaluación del balance en el paciente y/o deportista tras alguna lesión que pueda comprometer el sistema neurológico, deberá realizarse teniendo en cuenta los siguientes factores: antecedentes de lesiones cerebrales, traumatismos, alteraciones vestibulares , pérdida del equilibrio, dolor, alteración de la percepción de las extremidades y/o tronco. (8) Es así como APTA sugiere la aplicación de dos escalas: Escala de Berg y Activities-specific Balance Confidence scale (ABC) (8).

VII. ***Marcha:*** La marcha es la manera en que una persona camina (7) orientado hacia una meta en específico, teniendo cuatro características básicas: ritmo, cadencia, paso y velocidad. (6)

VIII. ***Dolor:*** Considerado también como una sensación perturbadora, multidimensional, que puede albergar diferentes factores no solo de carácter físico y/o biológico, sino también psicológico o social. (7) el cual, puede causar discapacidad, sufrimiento o angustia. (6) Dentro de los componentes neuromusculares a considerar que pueden provocar dolor, están: compresión nerviosa, lesión medular, síndrome regional complejo (12) y algunas alteraciones musculoesqueléticas que como consecuencia afectan el nervio periférico.

El reconocimiento y diagnóstico del dolor neuropático podría facilitarse mediante la aplicación de diversas herramientas de detección como DN4

(Douleur Neuropathique 4) y LANSS (Leeds Assessment of Neuropathic symptoms and signes). (17) de igual forma, APTA sugiere algunas escalas como: Escala de calificación numérica, Escala de análisis visual, Breef Pain Inventory, PROMIS-29, Escala de Catastrofización del Dolor. (12)

Test y Medidas

Durante todo el proceso de evaluación es importante organizar y esquematizar los datos obtenidos, es por eso por lo que APTA estructura dicha información a través de las categorías. De esta misma manera se presentan diversas pruebas, test y medidas que finalmente permitirán obtener datos precisos facilitando el proceso de desarrollo de metas en el proceso de intervención.

En el siguiente cuadro se describirán algunas de estas baterías de manera organizada en donde además se encontrará una pequeña descripción sobre el tipo de población a la que va dirigido y el objetivo de evaluación. Sin embargo, sólo tras la primera parte de la evaluación, es el terapeuta quien deberá seleccionar solo aquella o aquellas que sean idóneas para la condición en la que se presente el atleta al momento de la interconsulta.

Tabla 1. *Baterías de Evaluación Neurológica*

Categoría	Prueba, test, batería y/o escala	Descripción
Integridad Refleja	Escala Ashworth (AS) y Escala de Ashworth Modificada (MAS)	Evalúan la espasticidad. En el caso del deportista y las lesiones que puede sufrir en el quehacer deportivo, se pueden utilizar bajo las siguientes condiciones: accidente cerebrovascular, lesión de la médula espinal, lesión cerebral traumática y lesiones del sistema nervioso central (26)
Función Manual	9-Hole Peg Test (9-HPT or NHPT)	Utilizada para evaluar la función manual y la destreza de los dedos. Teniendo en cuenta las situaciones en las que se pueden ver expuestos los atletas, la población de objeto a la cual se ajusta son lesiones cerebrales o eventos cerebrovasculares (27)
Función Manual	Box and Block Test (BBT)	Evalúa la destreza manual unilateral, utilizado en casos como lesiones medulares o lesiones cerebrales traumáticas, entre otros, sin embargo, los dos mencionados anteriormente son los que se acoplan a las situaciones que se pueden presentar en los atletas (28)
Función Manual	Purdue Pegboard Test (PPT)	Se utiliza en personas mayores de 18 años con lesiones neurológicas cuyo objetivo es regresar al trabajo, evaluando aspectos como el uso fino de la mano, agarre y la manipulación (29)

Categoría	Prueba, test, batería y/o escala	Descripción
Función Manual (para lesión de nervio periférico)	Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ)	Este es un cuestionario que examina los síntomas y el estado funcional de los pacientes con lesión o síndrome de túnel carpiano (30)
Rendimiento Funcional	Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST)	Mide el progreso en el proceso de rehabilitación de miembro superior, identificando los déficit de la cadena cinética cerrada en la extremidad superior (31)
Balance	4-Square Step Test (FSST) for Vestibular Disorders	Esta prueba mide el equilibrio y la capacidad para cambiar de dirección, diseñada para personas con trastornos vestibulares (32)
Balance	5 Times Sit to Stand Test (FTSST)	Diseñada para evaluar la fuerza funcional de los miembros inferiores, además del equilibrio dinámico. (33)
Balance	Balance Error Scoring System (BESS)	Esta prueba es específica para atletas que han sufrido conmoción o traumatismo cerebral leve, la cual evalúa la estabilidad postural. (34)
Balance	Berg Balance Scale (BBS) for Spinal Cord Injury (SCI)	Dirigida a la evaluación del balance en población con diagnóstico de lesión medular, ya sea en estadio agudo, subagudo o crónico, que tuviesen clasificación ASIA C/D (35)
Balance	Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB)	Mide la influencia de la entrada visual, vestibular y somatosensorial en el equilibrio en bipedo, siendo relevante para gran variedad de poblaciones, sin embargo, para las competencias de este capítulo destacan: atletas con concusión, neuropatía periférica, lesiones de la médula espinal y lesiones cerebrales traumáticas. (36)
Vértigo	Passive Head-Shaking Nystagmus Test (pHSN)	Es una prueba rápida que permite evocar el nistagmos y provocar vestibulopatías, realizando un movimiento pasivo de la cabeza (37)
Vestibulopatías	Cervical Arterial Dysfunction (CAD) Assessment (Vertebrobasilar Insufficiency (VBI) Test, Vertebral Artery Test (VAT), Neck Extension-Rotation Test)	Es una prueba en donde se realizan movimientos pasivos de la cabeza y el cuello del paciente manteniéndolos alrededor de 10 a 30 segundos, provocando signos vestibulares. De esta forma se puede también observar síntomas tempranos de disección de la arteria vertebral o arteria carótida interna en caso de ser positiva (38)
Alteraciones funcionales por vértigo	Dizziness Handicap Inventory (DHI) for Traumatic Brain Injury (TBI)	Evalúa las alteraciones funcionales producidas por el mareo a causa de un posible vértigo. Su población objeto son aquellos con lesiones cerebrales traumáticas. (39)

Categoría	Prueba, test, batería y/o escala	Descripción
Marcha	Dynamic Gait Index (DGI) for Vestibular Disorders Dynamic Gait Index (DGI) for Stroke	Diseñada para evaluar los cambios del equilibrio durante el patrón de marcha de acuerdo con las demandas del entorno (40) (41)
Marcha	10-Meter Walk Test (10MWT) for Annual Checkup	Mide la velocidad de la marcha en metros por segundo, clasificados por rango de edad. (42)
Marcha	10-Meter Walk Test (10MWT) for Spinal Cord Injury (SCI)	Mide la velocidad de la marcha en metros por segundo en pacientes con lesión medular a corta duración (43)
Marcha	10-Meter Walk Test (10MWT) for Traumatic Brain Injury (TBI)	Mide la velocidad de la marcha en metros por segundo en pacientes con lesión cerebral traumática a corta duración (44)
Marcha	6-Minute Walk Test (6MWT) for Stroke	Evalúa la capacidad aeróbica y la marcha en personas con evento cerebrovascular (45)
Independencia funcional	Rivermead Mobility Index for Traumatic Brain Injury	Se encarga de evaluar la independencia en el entorno a través de un cuestionario en pacientes con antecedentes de traumatismo cerebral (46)
Independencia funcional	Spinal Cord Independence Measure (SCIM, SCIM II, SCIM III)	Evalúa el desarrollo del individuo con lesión medular en la ejecución de las actividades de la vida diaria, teniendo en cuenta los dominios de: autocuidado; respiración, control de esfínteres y movilidad funcional (47)
Dolor	Neuropathic Pain Scale (NPS)	Esta escala mide las 10 cualidades específicas asociadas al dolor neuropático (48**)**

Tabla 2. *Otras Baterías de Evaluación Neurológica*

Aspecto que evaluar	Prueba / Test	Descripción
Equilibrio	Romberg	Se ubica al paciente de pie, brazos a 90 grados, ojos cerrados. Es positiva si se observa un movimiento pendular ligero, perceptible o incluso, pierde el equilibrio (50)
Propiocepción	Inclinómetro	Mide ángulos, elevaciones y depresiones articulares, utilizado en la clínica con alta sensibilidad para detectar los cambios en las rotaciones en hombros y/o tobillo (49)
Propiocepción	Dinamómetro Isocinético	Evalúa la fuerza, resistencia y potencia de los músculos aislados. De esta forma se identifica el desequilibrio que afecta la propiocepción (49)
Propiocepción	Análisis de movimiento	Como herramienta tecnológica, crea modelos tridimensionales para medir la propiocepción (49)
	AMEDA (Active Movement Extent Discrimination Apparatus)	Se realizan movimientos activos articulares, regresando a la posición inicial sin información visual. De esta manera, se logra identificar hasta cuatro posiciones por articulación. (51)

Interpretación de Resultados

Análisis de los Hallazgos Neurológicos en el Contexto Deportivo

El análisis de los hallazgos neurológicos tras una evaluación física es fundamental en el contexto deportivo, ya que permite detectar, prevenir y manejar afecciones que pueden impactar el rendimiento y los procesos competitivos del deportista. A partir de la evidencia científica, se pueden identificar varios aspectos clave que justifican su relevancia. Los elementos que se han destacado aquí durante el desarrollo de este capítulo permiten de forma detallada establecer elementos que favorecen la identificación de lesiones como conmociones cerebrales, neuropatías periféricas, afectaciones en la coordinación motora, entre otras.

A su vez generar procesos de examinación y evaluación con la respectiva aplicación de test y medidas permiten monitorear signos tempranos de deterioro cognitivo y establecer medidas preventivas.

En ese sentido en un proceso de rehabilitación el desarrollo de este proceso evaluativo ayuda a determinar la recuperación de un deportista tras una lesión. Estas pruebas permiten tomar decisiones basadas en evidencia sobre el retorno seguro al entrenamiento y la competición.

Diferenciación entre Hallazgos Normales y Patológicos

Durante la evaluación neurológica es de vital importancia generar procesos que permitan distinguir entre variaciones normales y signos patológicos en el deportista. Algunos hallazgos pueden ser fisiológicos en ciertos deportistas producto del proceso del entrenamiento o competencias, mientras que otros pueden indicar una afección subyacente:

Hallazgos normales: Reflejos osteotendinosos simétricos, respuesta pupilar normal, leve temblor fisiológico post-ejercicio.

Hallazgos patológicos: Asimetría en reflejos, alteraciones en la marcha, ataxia, nistagmo espontáneo, dolor, cambios cognitivos o cambios conductuales, entre otros.

Implicaciones para la Rehabilitación

Comprender los resultados producto de la ejecución de la evaluación neurológica en el deportista a partir de la interpretación de los diferentes test y medidas permite diseñar programas de entrenamiento adecuados, mejorando la seguridad mediante técnicas de protección y equipamiento específico.

Conclusiones

La evaluación neurológica exhaustiva se presenta como un elemento fundamental en el ámbito deportivo, ya que permite identificar y abordar deficiencias que pueden afectar tanto el rendimiento como la seguridad de los atletas. Este proceso no solo se centra en la intervención, sino que también desempeña un papel crucial en la prevención de lesiones.

El uso de métodos estandarizados, tales como escalas de evaluación neurológica y pruebas funcionales, proporciona un marco sistemático para detectar síntomas neurológicos. Esto facilita un diagnóstico más preciso, así como una comprensión del estado funcional del deportista, lo que es esencial para tomar decisiones informadas sobre su estado de salud.

Además, una evaluación neurológica bien estructurada es vital para prevenir lesiones. Ayuda a identificar no solo lesiones presentes, como conmociones

cerebrales y neuropatías periféricas, sino también a implementar medidas preventivas que disminuyan el riesgo de reincidencia y promuevan un rendimiento óptimo.

Es igualmente importante diferenciar entre hallazgos normales y patológicos durante el proceso de evaluación. Esta distinción permite a los profesionales de la salud emitir juicios clínicos informados y decidir de manera adecuada sobre la continuidad o el retorno a la práctica deportiva del atleta.

Los resultados obtenidos de la evaluación neurológica facilitan la planificación de intervenciones personalizadas, lo que contribuye a mejorar la seguridad de los deportistas y optimizar su rendimiento. De esta manera, se garantiza una atención más integral que considera todos los aspectos de la salud del atleta.

En conclusión, la evaluación neurológica no solo mejora el rendimiento deportivo, sino que también contribuye de manera significativa a la salud y el bienestar integral del deportista, asegurando que se mantengan en condiciones óptimas para competir y entrenar, y facilitando en última instancia una recuperación más eficaz tras cualquier tipo de lesión.

Referencias

1. Clark DL, Boutros NN, Mendez MF. The brain and behavior: An introduction to behavioral neuroanatomy. 4a ed. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press; 2018.
2. Petraglia A, Bailes J, Day A. Athletes and Neurological Injuries. A view form 10,000 feet. En: Handbook of Neurological Sports Medicine. Concussion and Other Nervous System Injuries in the Athlete. Edit. Human Kinetics. 2015. Pag. 3-42
3. Afifi AK, Bergman RA. Neuroanatomía funcional: texto y atlas. 3.a ed. [Internet]. McGraw Hill; 2020.
4. Hall S, Stephens J. Lo esencial en anatomía y fisiología: cursos crash. Elsevier; 2020.
5. Crossman AR, Neary D. Neuroanatomía. Texto Y Atlas En Color. 6a ed. Elsevier; 2019
6. American Physical Therapy Association. *Guide to Physical Therapist Practice* 4.0 [Internet]. Alexandria (VA): American Physical Therapy Association; 2023. Disponible en: https://guide.apta.org

7. Ordoñez Mora LT, Universidad Santiago de Cal, Sánchez DP, Daza Arana JE, Álvarez Toro LJ, Penagos Gómez PT, et al. Evaluación de la función neuromuscular. Universidad Santiago de cali; 2020

8. American Physical Therapy Association. Tests and Measures: Balance [Internet]. Alexandria: American Physical Therapy Association; [s. f.] [citado el 23 de ene de 2025]. Disponible en: https://guide.apta.org/examination-evaluation/categories/tests-and-measures-balance

9. American Physical Therapy Association. Cranial and Peripheral Nerve Integrity [Internet]. Alexandria: American Physical Therapy Association; [s. f.] [citado el 23 de ene de 2025]. Disponible en: https://guide.apta.org/examination-evaluation/categories/cranial-and-peripheral-nerve-integrity

10. American Physical Therapy Association. Mental Functions [Internet]. Alexandria: American Physical Therapy Association; [s. f.] [citado el 23 de ene de 2025]. Disponible en: https://guide.apta.org/examination-evaluation/categories/mental-functions

11. American Physical Therapy Association. Motor Function [Internet]. Alexandria: American Physical Therapy Association; [s. f.] [citado el 23 de ene de 2025]. Disponible en: https://guide.apta.org/examination-evaluation/categories/motor-function

12. American Physical Therapy Association. Pain [Internet]. Alexandria: American Physical Therapy Association; [s. f.] [citado el 23 de ene de 2025]. Disponible en: https://guide.apta.org/examination-evaluation/categories/pain

13. American Physical Therapy Association. Reflex Integrity [Internet]. Alexandria: APTA; [s. f.] [citado el 23 de ene de 2025]. Disponible en: https://guide.apta.org/examination-evaluation/categories/reflex-integrity

14. American Physical Therapy Association. Sensory Integrity [Internet]. Alexandria: American Physical Therapy Association; [s. f.] [citado el 23 de ene de 2025]. Disponible en: https://guide.apta.org/examination-evaluation/categories/sensory-integrity

15. Pedrosa M, Martins B, Araújo R. It's in the game: A review of neurological lesions associated with sports. J Neurol Sci [Internet]. 2023;455 (122803):122803. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2023.122803

16. Ling H, Hardy J, Zetterberg H. Neurological consequences of traumatic brain injuries in sports. Mol Cell Neurosci [Internet]. 2015;66 (Pt B):114–22. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.mcn.2015.03.012

17. AlMakadma Y, Eirale C, Chamari K. Neuropathic pain in athletes: basics of diagnosis and monitoring of a hidden threat. Biol Sport [Internet]. 2022;39 (4):943–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5114/biolsport.2022.110744

18. Nakao J, Hosoo H, Muroi A, Takahashi T, Marushima A, Ishikawa E, et al. Traumatic dissection of the anterior cerebral artery secondary to a rugby related impact: A case report with emphasis on the usefulness of T1-VISTA. Surg Neurol Int [Internet]. 2023;14 (43):43. Disponible en: http://dx.doi.org/10.25259/SNI_1082_2022

19. Bowers RL, Cherian C, Zaremski JL. A review of upper extremity peripheral nerve injuries in throwing athletes. PM R [Internet]. 2022;14 (5):652–68. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1002/pmrj.12762

20. Lezak B, Massel DH, Varacallo MA. Lesión de nervios perro. 25 de febrero. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. PMID: 31751049.

21. Oshlag B, Ray T, Boswell B. Neck Injuries. Prim Care. 2020 Mar;47 (1):165-176. doi: 10.1016/j.pop.2019.10.009. Epub 2019 Oct 16. PMID: 32014132.

22. Nowacka-Chmielewska, M., Grabowska, K., Grabowski, M., Meybohm, P., Burek, M., & Małecki, A. Running from Stress: Neurobiological Mechanisms of Exercise-Induced Stress Resilience. (2022) *International journal of molecular sciences*, 23 (21), 13348. https://doi.org/10.3390/ijms232113348

23. Hortobágyi T, Granacher U, Fernandez-Del-Olmo M, Howatson G, Manca A, Deriu F, et al. Functional relevance of resistance training-induced neuroplasticity in health and disease. Neurosci Biobehav Rev [Internet]. 2021;122:79–91. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.12.019

24. Kim S-W, Jung W-S, Kim J-W, Nam S-S, Park H-Y. Aerobic continuous and interval training under hypoxia enhances endurance exercise performance with hemodynamic and autonomic nervous system function in amateur male swimmers. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2021;18 (8):3944. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18083944

25. Patricios JS, Schneider KJ, Dvorak J, Ahmed OH, Blauwet C, Cantu RC, et al. Consensus statement on concussion in sport: the 6th International Conference on Concussion in Sport-Amsterdam, October 2022. Br J Sports Med [Internet]. 2023;57 (11):695–711. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2023-106898

26. Ashworth Scale (AS) and Modified Ashworth Scale (MAS) [Internet]. American Physical Therapy Association; 2014. [citado el 2 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/ashworth-scale-as-and-modified-ashworth-scale-mas

27. American Physical Therapy Association . 9-Hole Peg Test (9-HPT or NHPT) [Internet]. Alexandria: APTA; 2013 [citado el 2 de feb de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/9-hole-peg-test-9-hpt-or-nhpt

28. American Physical Therapy Association. Box and Block Test (BBT) [Internet]. Alexandria (VA): American Physical Therapy Association; 2014 [citado el 2 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/box-and-block-test-bbt

29. Purdue Pegboard Test (PPT) [Internet]. American Physical Therapy Association; 2019 [citado el 2 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/purdue-pegboard-test-ppt

30. Boston carpal tunnel questionnaire (BCTQ) [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2017 [citado el 2 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/boston-carpal-tunnel-questionnaire-bctq

31. Closed kinetic chain upper extremity stability test (CKCUEST) [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2020 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/closed-kinetic-chain-upper-extremity-stability-test-ckcuest

32. Tests & measures [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2013 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/four-square-step-test-fsst-for-vestibular-disorders

33. Times Sit to Stand Test (FTSST) [Internet]. American Physical Therapy Association: 2014. [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/5-times-sit-to-stand-test-ftsst-

34. Balance Error Scoring System (BESS) [Internet]. American Physical Therapy Association.;2016 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/balance-error-scoring-system-bess

35. Berg Balance Scale (BBS) for spinal cord injury (SCI) [Internet]. American Physical Therapy Association; 2022. [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/berg-balance-scale-bbs-for-spinal-cord-injury-sci

36. Clinical test of sensory interaction and balance (CTSIB) [Internet]. American Physical Therapy Association: 2017. [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/clinical-test-of-sensory-interaction-and-balance-ctsib

37. Passive Head-Shaking Nystagmus Test (pHSN) [Internet]. American Physical Therapy Association; 2017. [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/passive-head-shaking-nystagmus-test-phsn-

38. Cervical arterial dysfunction (CAD) assessment (vertebrobasilar insufficiency (VBI) test, vertebral artery test (VAT), neck extension-rotation test) [Internet]. American Physical Therapy Association; 2015. [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/cervical-arterial-dysfunction-cad-assessment-vertebrobasilar-insufficiency-vbi-test-vertebral-artery-test-vat-neck-extension-rotation-test

39. Dizziness Handicap Inventory (DHI) for Traumatic Brain Injury (TBI) [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2013 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/dizziness-handicap-inventory-dhi-for-traumatic-brain-injury-tbi

40. Dynamic Gait Index (DGI) for vestibular disorders [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2013 [citado el 3 de febrero de 2025].

Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/dynamic-gait-index-dgi-for-vestibular-disorders

41. Dynamic Gait Index (DGI) for stroke [Internet]. American Physical Therapy Association.;2013 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/dynamic-gait-index-dgi-for-stroke

42. 10-meter walk test (10MWT) for annual checkup [Internet]. American Physical Therapy Association; 2014 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/10-meter-walk-test-10mwt-for-annual-checkup

43. 10-Meter Walk Test (10MWT) for spinal cord injury (SCI) [Internet]. American Physical Therapy Association .;[citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/10-meter-walk-test-10mwt-for-spinal-cord-injury-sci

44. 10-Meter Walk Test (10MWT) for Traumatic Brain Injury (TBI) [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2013 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/10-meter-walk-test-10mwt-for-traumatic-brain-injury-tbi

45. 6-Minute Walk Test (6MWT) for stroke [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2013 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/6-minute-walk-test-6mwt-for-stroke-

46. Rivermead Mobility Index for traumatic brain injury [Internet]. American Physical Therapy Association.;2013 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/rivermead-mobility-index-for-traumatic-brain-injury

47. Spinal Cord Independence Measure (SCIM, SCIM II, SCIM III) [Internet]. American Physical Therapy Association.; 2013 [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/spinal-cord-independence-measure-scim-scim-ii-scim-iii

48. Neuropathic Pain Scale (NPS) [Internet]. American Physical Therapy Association; 2017. [citado el 3 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.apta.org/patient-care/evidence-based-practice-resources/test-measures/neuropathic-pain-scale-nps

49. Fox JA, Luther L, Epner E, LeClere L. Shoulder Proprioception: A Review. J Clin Med. 2024 Apr 3;13 (7):2077. doi: 10.3390/jcm13072077. PMID: 38610841; PMCID: PMC11012644.

50. Almendáriz Pozo PA, Bonifaz Arias IG, Álvarez Zambonino EE, Sánchez Estrada KG. La propiocepción, método de prevención de lesiones de tobillo, en deportistas de categoría superior. PODIUM Rev Cienc Tecnol Cult Fís [Internet]. 2019;14(3):451-462 [citado 13 feb 2025]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522019000300451&lng=es

51. Alfonso Mora ML, Rincón Bolívar NJ, Betancourt Cárdenas PA, Camargo Caldas NE, Rojas Tavera EA, Sáenz Garzón C. Métodos de evaluación de la propiocepción en deportistas. Revisión de la literatura. Rev Digit Act Fis Deport (En línea) [Internet]. 2018;4 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.31910/rdafd.v4.n1.2018.415

52. Patel DS, editor. Concussion management for primary care: Evidence-based answers to cases and questions. 2a ed. Cham, Suiza: Springer International Publishing; 2025.

CAPÍTULO 5

Ayudas Diagnósticas en el Diagnóstico de Lesiones Deportivas

Diagnostic Tools for Sports Injuries

Camilo Alberto Camargo Puerto
CIEDES Hospital Universitario San Rafael de Tunja
https://orcid.org/0000-0002-9607-1692
dc.camilocamargo@gmail.com

Martín Hernán Bonilla Obando
Hospital Universitario San Rafael de Tunja
https://orcid.org/0000-0001-6577-0127
mhbonilla@uniboyaca.edu.co

Raúl Yesid Rodríguez Mayorga
Club Atlético Bucaramanga
https://orcid.org/0000-0002-2605-2461
raurodriguez@uniboyaca.edu.co

Resumen

Los médicos siempre están buscando pruebas diagnósticas rápidas, económicas, fácilmente disponibles y confiables. Afortunadamente, en el diagnóstico por imágenes, contamos con estudios diagnósticos que rápidos, económicos, algunos son de fácil acceso, económicos y confiables, sin embargo tienen sus indicaciones y recomendaciones de uso en las lesiones osteo-musculo-articulares.

El primero de los estudios lleva un largo tiempo en el campo de la medicina, donde los estudios de rayos x han permitido la identificación y evaluación de las estructuras óseas con el análisis de las relaciones articulares. Hoy en día con el advenimiento de nuevas tecnologías la resonancia es un estudio que

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Camargo Puerto CA, Bonilla Obando MH, Rodríguez Mayorga RY. Ayudas diagnósticas en el diagnóstico de lesiones deportivas. 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. 323-345. https://doi.org/10.35985/9786287914162.5

permite la evaluación de lesiones musculares, ligamentarias y articulares, adicionalmente, da claridad en sobre los trazos de fractura permitiendo identificar con mayor claridad la extensión. Finalmente, la ecografía es un estudio que inicialmente no tenía un gran uso, sin embargo con el paso del tiempo ha ganado campo en la medicina del deporte y no solo sirve como método diagnóstico, sino que también funciona como medida para la realización de procedimientos terapéuticos.

Palabras clave: Radiografía, Resonancia Magnética Nuclear Biomolecular, Ecografía.

Abstract

Doctors are always looking for fast, inexpensive, easily available and reliable diagnostic tests. Fortunately, in diagnostic imaging, we have diagnostic studies that are fast, inexpensive, some are easily accessible, inexpensive and reliable, however they have their indications and recommendations for use in osteo-musculo-articular injuries.

The first of the studies has been in the field of medicine for a long time, where x-ray studies have allowed the identification and evaluation of bone structures with the analysis of joint relationships. Today, with the advent of new technologies, resonance is a study that allows the evaluation of muscle, ligament and joint injuries, additionally, it provides clarity on fracture lines allowing the identification of the extent more clearly. Finally, ultrasound is a study that was not initially widely used, however over time it has gained ground in sports medicine and not only serves as a diagnostic method, but also works as a measure for carrying out therapeutic procedures.

Keywords: *Radiography, Nuclear Magnetic Resonance, Biomolecular, Echography.*

Estudios Imagenológicos en Lesiones Osteo-Musculo-Articulares

Un Análisis Integral de su Uso y Aplicaciones de los Estudios Imagenológicos en la Medicina del Deporte y la Actividad Física

Los médicos siempre están buscando pruebas diagnósticas rápidas, económicas, fácilmente disponibles y confiables, por ende muchas pruebas diagnósticas han aparecido y desaparecido sin cumplir con sus promesas, un ejemplo de ello fue la empresa Theranos Inc. era una corporación privada que tenía como objetivo revolucionar la industria del diagnóstico con pruebas de laboratorio rápidas y directas al consumidor que utilizaban solo "una gota de sangre" y la tecnología Nanotainer patentada por la empresa. Al explotar las lagunas en la política regulatoria, Theranos llevó su panel de pruebas de laboratorio a los pacientes sin una revisión previa a la comercialización ni la validación de una investigación científica revisada por pares. Las investigaciones sobre las operaciones dudosas de Theranos y los resultados inexactos de las pruebas expusieron la empresa fallida que había desperdiciado millones de dólares. Theranos afectó a la vida y la salud de los pacientes, alterando aún más una relación ya tenue entre la atención médica y el público (1).

Afortunadamente, en el diagnóstico por imágenes, contamos con estudios diagnósticos que rápidos, económicos, algunos son de fácil acceso, económicos y confiables, sin embargo tienen sus indicaciones y recomendaciones de uso en las lesiones osteo-musculo-articulares (2, 3).

Radiografía

Una radiografía es una prueba diagnóstica que utiliza rayos X para crear imágenes de los órganos y tejidos internos del cuerpo. También se le conoce como prueba de imagen radiográfica o rayos X. Para su realización se debe colocar una película radiográfica detrás del paciente, posteriormente el aparato de rayos X enfoca un haz de energía sobre la zona del cuerpo que se quiere examinar. Finalmente se emiten un haz de rayos que atraviesan el cuerpo y llegan a la película, donde los tejidos que bloquean más radiación, como los huesos, aparecen como áreas blancas, mientras que los tejidos menos densos, como la grasa o los músculos, aparecen en tonos de gris (4, 5).

Las imágenes son esenciales para evaluar las estructuras articulares sinoviales (incluidos el cartílago, el menisco, la médula ósea subcondral y la membrana sinovial) para el diagnóstico, el pronóstico y el seguimiento. Por este motivo

la radiografía está indicada en procesos patológicos como las luxaciones, subluxaciones, fracturas óseas, disminución de mineralización ósea y algunas patologías oncológicas (6 – 10).

No es posible determinar de manera definitiva la sensibilidad y especificidad de las radiografías óseas para el traumatismo, además la precisión varía ampliamente según la experiencia del radiólogo, la calidad técnica de las imágenes y la probabilidad de lesión previa a la prueba. Algunas de las múltiples dificultades en el diagnóstico del traumatismo de las extremidades inferiores se encuentran las vistas insuficientes, las radiografías subóptimas, las fracturas no desplazadas, la satisfacción de la búsqueda, la falta de comprensión de que las pequeñas fracturas por avulsión pueden indicar una lesión importante de los ligamentos y las fracturas que se producen en presencia de material preexistente. El radiólogo también debe ser consciente de que una fractura puede ser visible solo en una única vista (11, 12).

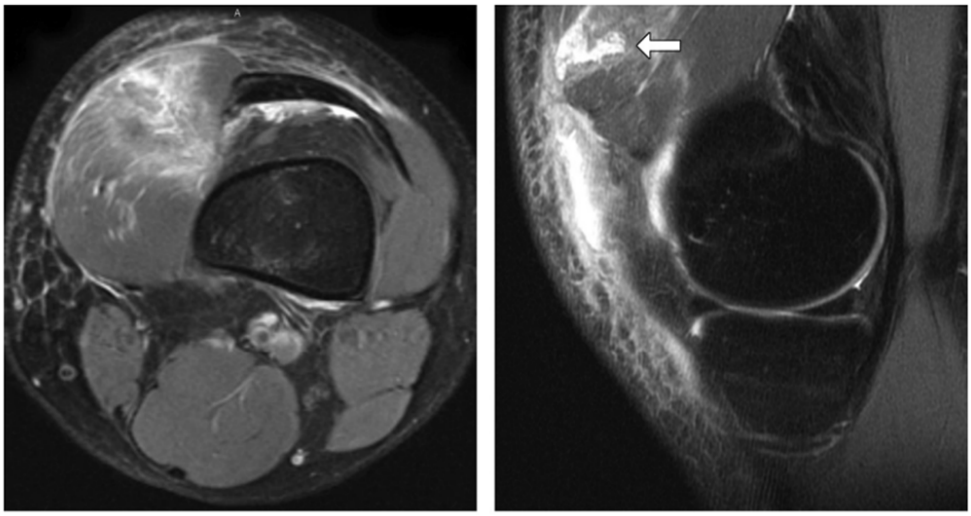
Por otra parte, la radiografía ofrece más información que cualquier otra modalidad de imagen en el estudio de las lesiones óseas y sigue siendo la piedra angular para el diagnóstico diferencial de tumores esqueléticos y lesiones tumorales gracias a su mayor especificidad en la detección de características morfológicas tumorales. Las características radiográficas que ayudan al radiólogo a hacer el diagnóstico de un tumor óseo o lesión tumoral, o al menos reducir las posibilidades diagnósticas, incluyen patrones de destrucción ósea (geográfica, apolillada y permeada), márgenes de la lesión (desde el borde esclerótico hasta el margen mal definido), características internas de la lesión (tumores que no producen matriz, tumores que producen matriz no mineralizada, tumores que producen matriz mineralizada), tipo de respuesta ósea del huésped (medular o perióstica), ubicación (fémur, tibia, húmero, etc.), sitio (metáfisis, diáfisis o epífisis) y posición (central, excéntrica o perióstica) de la lesión en el sistema esquelético y en el hueso individual, afectación de tejidos blandos y naturaleza de la lesión única o múltiple. Los patrones de destrucción ósea, los márgenes y los cambios reactivos en el hueso huésped describen claramente la tasa de crecimiento de una lesión ósea, es decir, su actividad biológica; la matriz de la lesión, así como la ubicación, el sitio y la posición de la lesión pueden permitir un diagnóstico específico (13, 14).

Imagen por Resonancia Magnética

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es una herramienta diagnostica que utiliza radiación no ionizante aprovechando las propiedades magnéticas del cuerpo humano a diferentes intensidades medidas por teslas - 0,5 y 1,5 (15). La RMN se consolida como una herramienta fundamental para el diagnóstico y manejo de lesiones musculares dada su alta resolución capacidad de evaluación multiplanos esto permite determinar la extensión y gravedad de las lesiones musculares (16).

La resonancia magnética nuclear permite obtener la visualización de lesiones traumáticas y no traumáticas, determinar de manera indirecta el tiempo de evolución (17), las lesiones más frecuentas de tipo aguado se puede clasificar en contusiones, distensiones y/o avulsiones tendinosas (18).

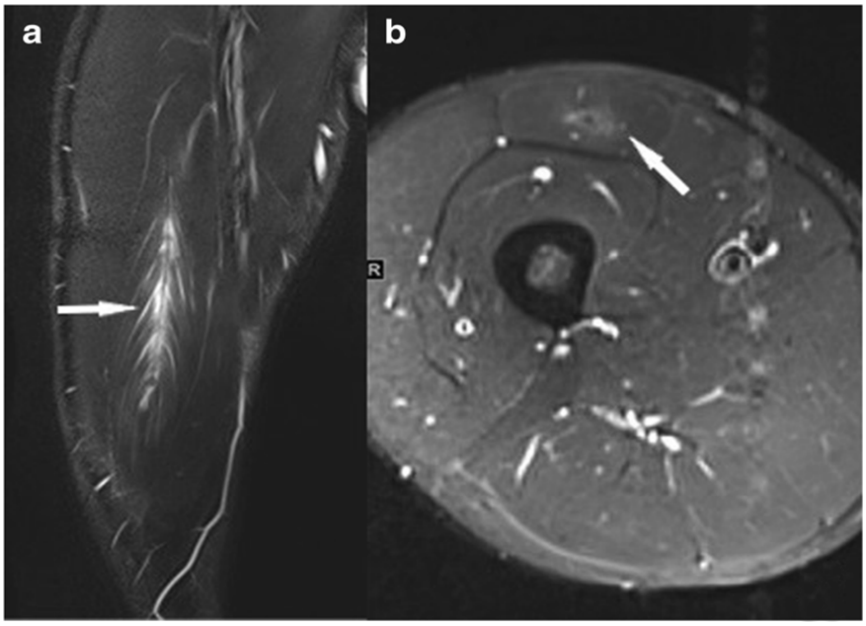
Imagen 1. *Contusiones*



Fuente: Tomada de Flores et al. (17).

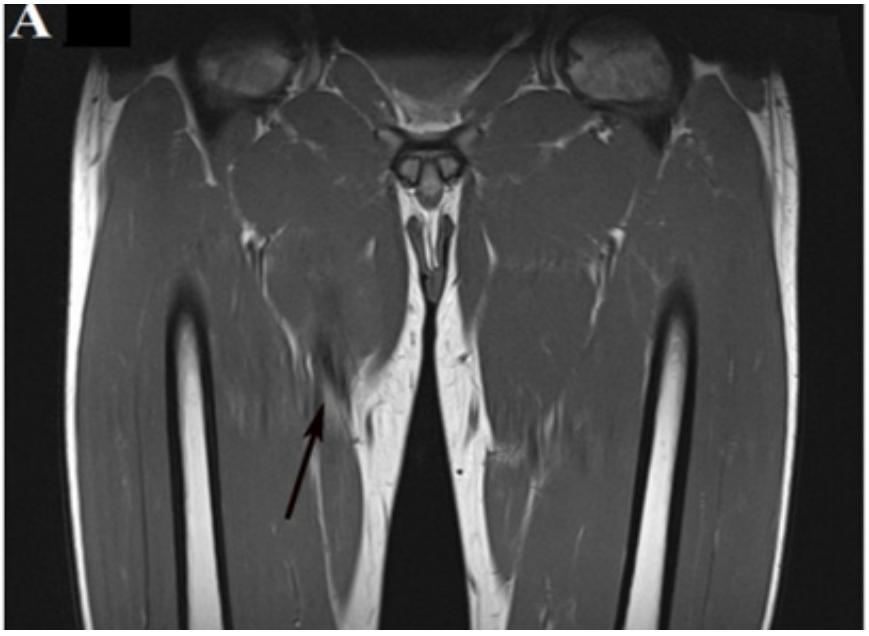
Distensiones musculares se produce por una excesiva tracción o aplicación de una fuerza sobre el tejido muscular con llevando a la presencia de edema sin alteración de la arquitectura o rotura muscular visualizada por RMN (19).

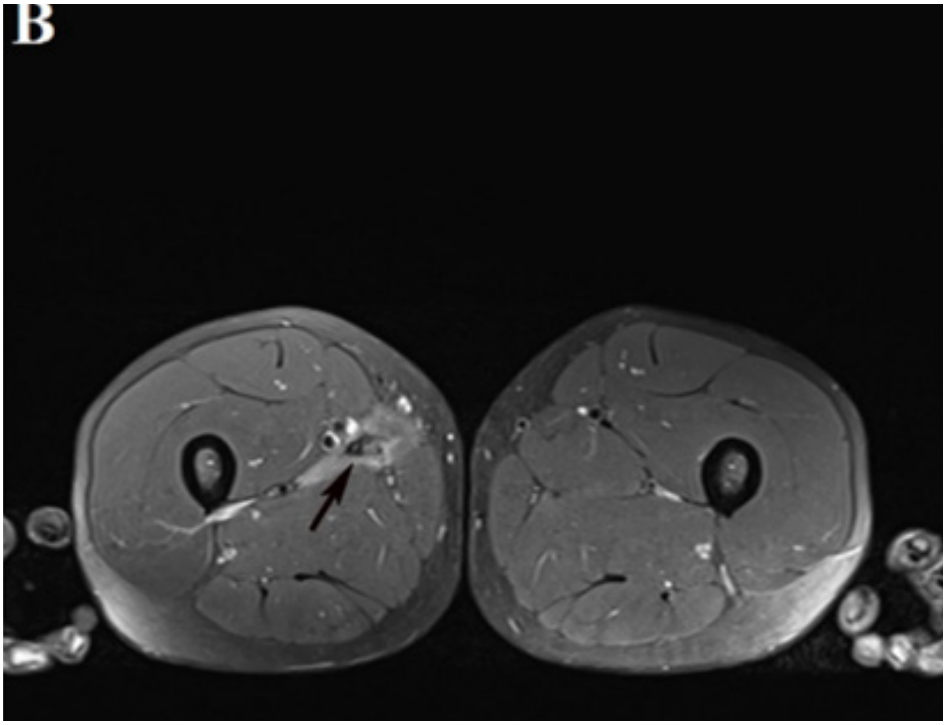
Imagen 2. *Contusiones*



Fuente: Tomada de Thierfelder et al. (20).

Imagen 3. *Avulsiones tendinosas*

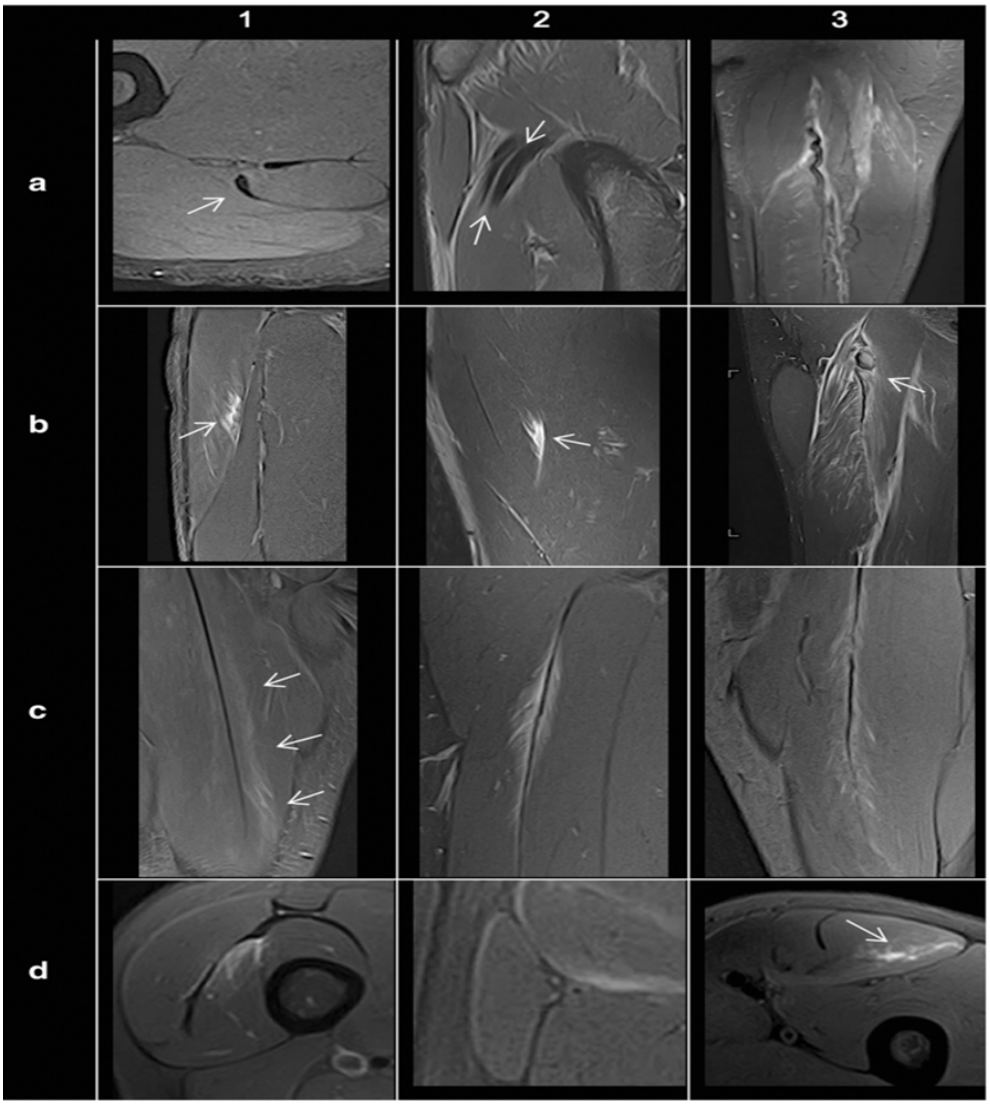




Fuente: Tomada de Masionis et al. (21).

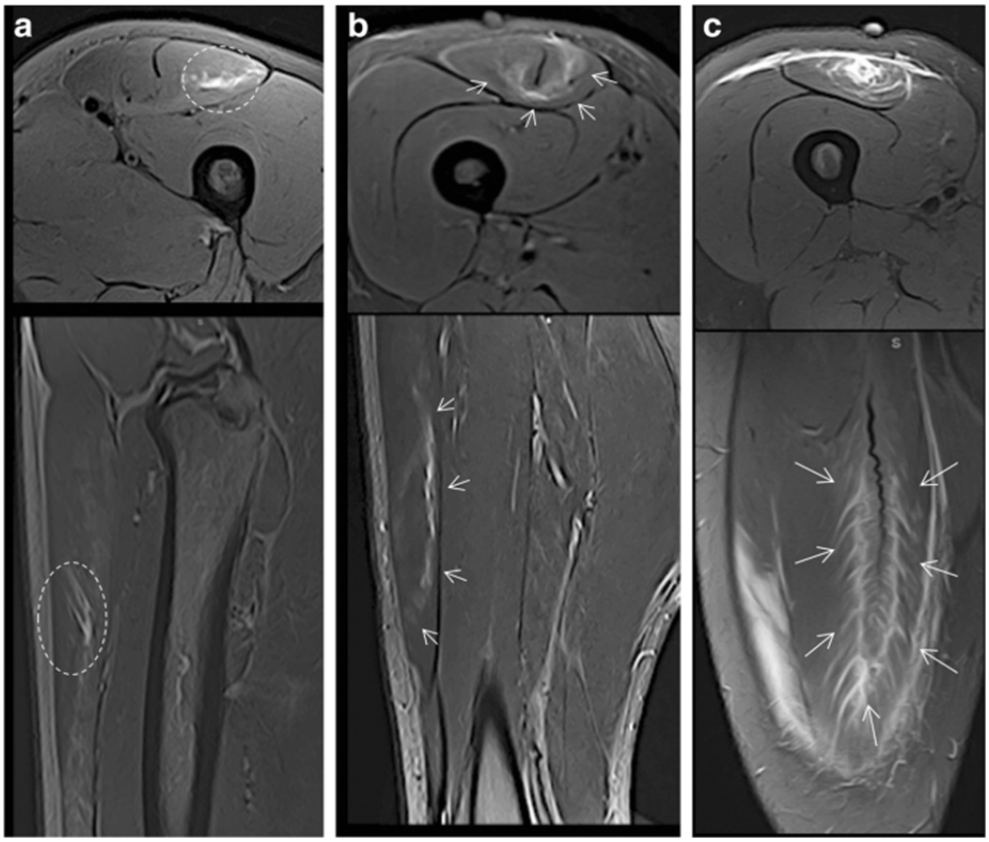
Dentro de los hallazgos más importantes encontramos lesiones tendinosas la siguiente imagen que sigue ilustra claramente una alteración en señal – hiperintensidad se puede acompañar con pérdida de la continuidad.

Imagen 4. *Lesiones tendinosas*



Fuente: Tomada de Reurink et al. (23).

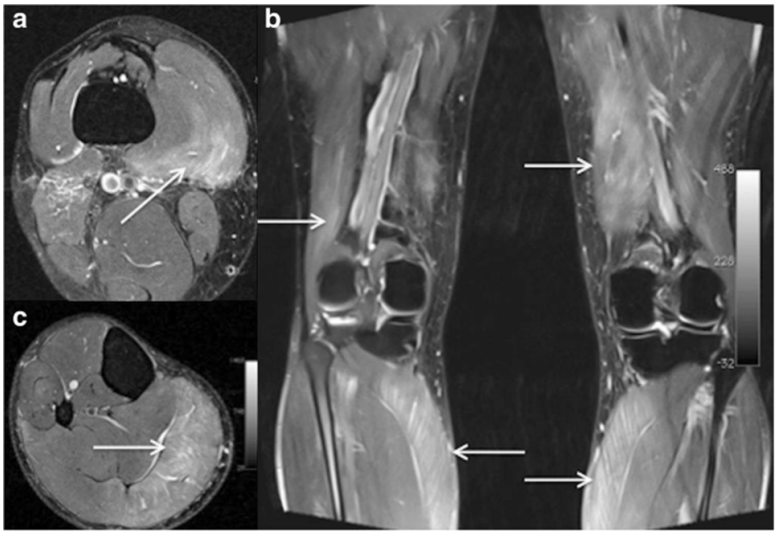
Imagen 5. DOMS



Fuente: *Tomada de Reurink et al.* (23)

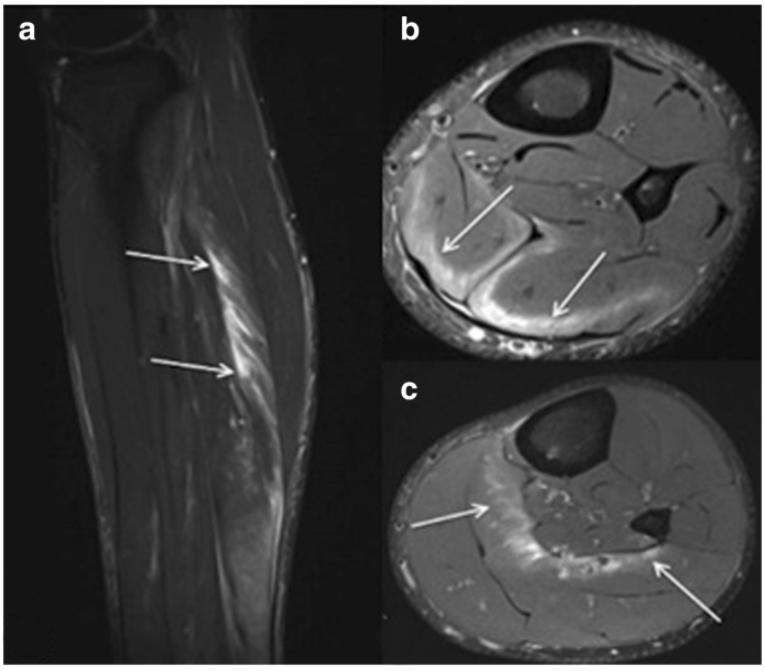
Las principales consideraciones en el diagnóstico diferencial de las lesiones musculares incluyen el dolor muscular de aparición tardía (DOMS) y el edema postejercicio, el DOMS surge entre 24 y 48 horas después de la actividad física intensa que imagenológicamente se evidencia un patrón de edema interfascicular con distribución en forma de pluma, en lo que corresponde al edema postejercicio suele resolverse en pocas horas tras la actividad física y se evidencia como si fuera desgarro muscular leve (20).

Imagen 6. *DOMS*



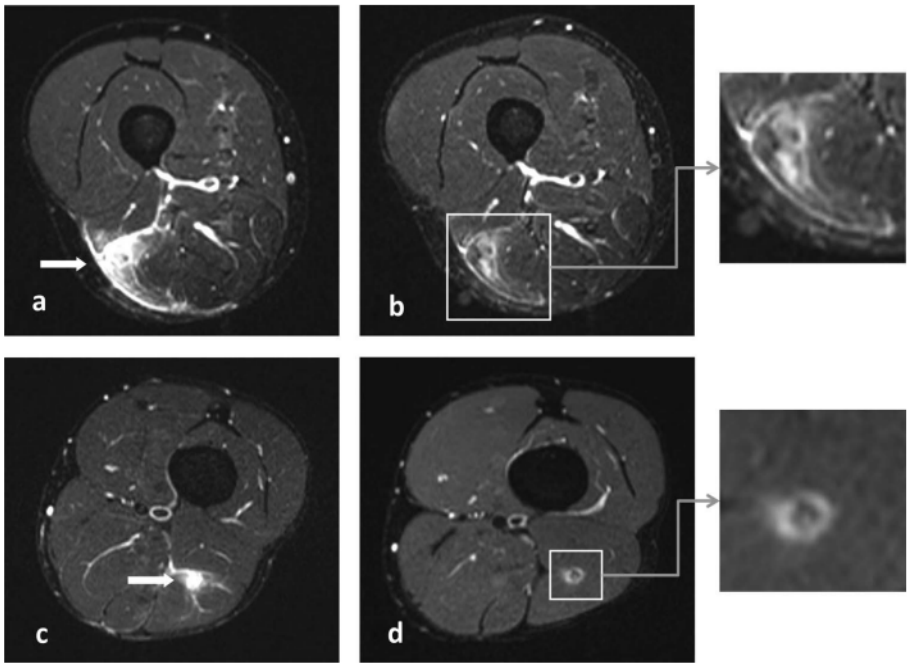
Fuente: Tomada de Thierfelder et al. (20)

Imagen 7. *Edema postejercicio*

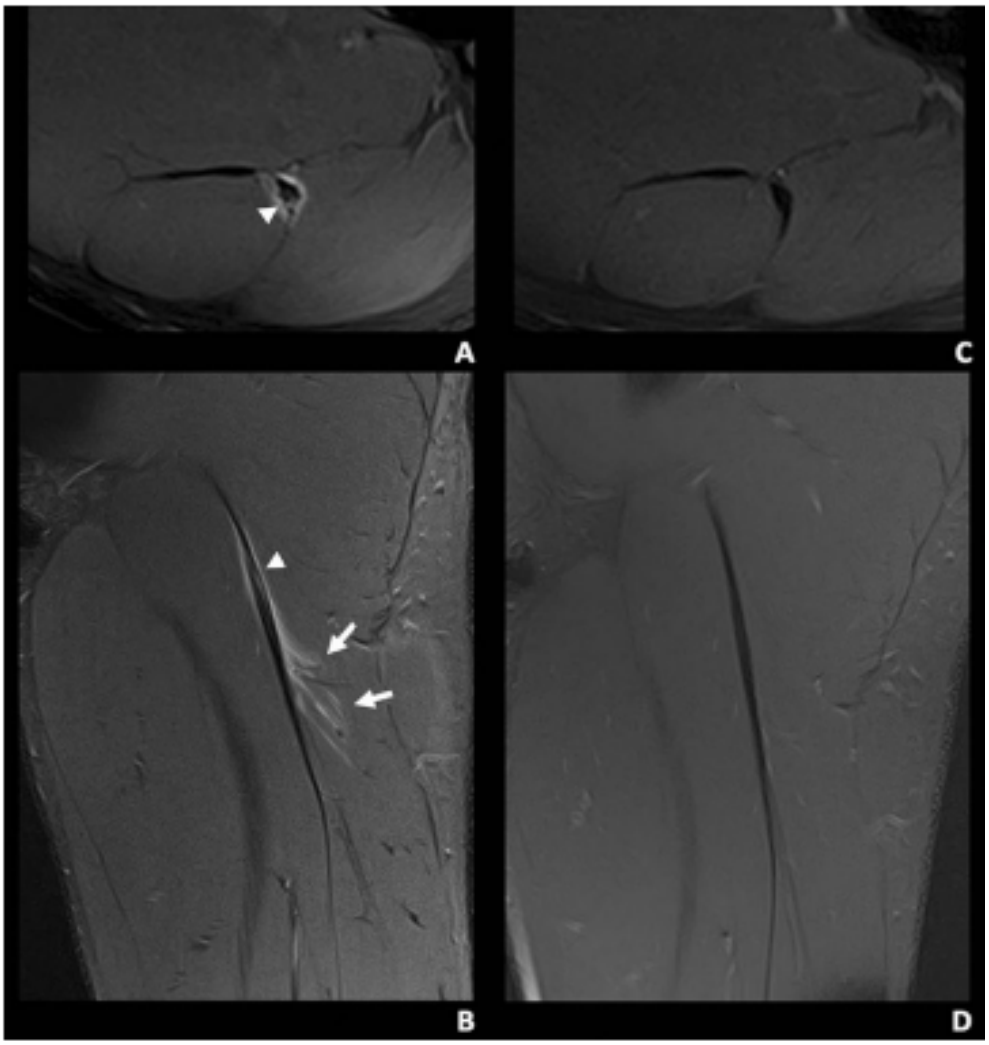


Fuente: Tomada de Thierfelder et al. (20)

La resonancia magnética nuclear (RMN) se ha consolidado como una herramienta fundamental en la evaluación de lesiones musculoesqueléticas en deportistas, permitiendo no solo el diagnóstico preciso, sino también la estimación del tiempo de recuperación y el retorno seguro al juego, en lo que corresponde a lesiones de tipo flexores de rodilla se consideran clínicamente recuperadas cuando una señal de baja intensidad sugestiva de tejido fibroso recientemente formado en el sitio de la lesión (23).



Fuente: Tomada de Reurink et al (23).



Otros parámetros que se deben evaluar para determinar el riesgo de lesiones son patrón de edema intersticial en pluma, edema intermuscular entre otros (22).

Son diversos los sistemas de clasificación de lesiones musculares que se basan en estudios imagenológicos, el sistema de clasificación tradicional de lesiones musculares basado en tres grados como proporciona la tabla siguiente.

Tabla 1. *Resumen de los sistemas de clasificación de lesiones musculares*

Declaración de Consenso de Múnich		**Clasificación de lesiones musculares de British Athletics**		**Clasificación FC Barcelona-Aspetar-Duke**	
Grado 1 (trastorno muscular inducido por fatiga)	Hallazgos negativos en imágenes de RM y ecografía	0 a/b	Imagen de resonancia magnética normal/ Imagen de RM normal o edema irregular	Mecanismo de lesión (M)	I (indirecto) T (directo)
Grado 1B (dolor muscular de aparición tardía, DOMS)	Hallazgos negativos en imágenes de RM /ecografía o solo edema	1a (pequeño desgarro miofascial)	Edema en el borde fascial, <10% de extensión hacia el vientre muscular; <5% de longitud CC	Ubicación de la lesión (L)	P (proximal) M (medio) D (distal)
Grado 2A (trastorno neuromuscular relacionado con la columna vertebral)	Hallazgos negativos en imágenes de RM /ecografía o solo edema	1b (pequeño desgarro de la unión músculo-tendón)	< 10% del CSA del músculo MTJ; < 5 cm de longitud CC; puede notarse una interrupción de fibras de < 1 cm	Clasificación de gravedad (G)	0 (resonancia magnética negativa)
Grado 2B (trastorno neuromuscular relacionado con el músculo)	Hallazgos negativos en la RMN o ecografía o solo edema	2a (desgarro miofascial moderado) 2b (desgarro moderado de la unión músculo-tendinosa)	Edema evidente en el borde fascial con extensión al músculo o edema evidente en la MTJ; Edema de CSA entre 10-50% en el sitio máximo; Longitud CC 5-15 cm; interrupción de fibras arquitectónicas < 5 cm		1 (edema sin hemorragia intramuscular ni distorsión arquitectónica)
Grado 3A (desgarro muscular parcial menor)	Disrupción de fibras en imágenes de RM de 1,5 o 3 T; hematoma intramuscular	2c (desgarro intratendinoso moderado)	El edema se extiende al tendón, con afectación longitudinal del mismo (<5 cm); <50 % del área total máxima del tendón. Sin pérdida de tensión ni discontinuidad dentro del tendón.		2 (edema con distorsión arquitectónica menor de las fibras musculares ± hemorragia intermuscular menor, pero sin espacio entre las fibras)

Grado 3B (desgarro muscular parcial moderado)	Rotura significativa de fibras, probablemente incluyendo cierta retracción, con lesión fascial y hematoma intermuscular.	3a (desgarro miofascial extenso) 3b (desgarro extenso de la unión músculo-tendinosa)	Edema en el borde fascial con extensión al músculo o a la unión músculo-tendón; > 50 % CSA en la unión músculo-tendón; > 15 cm de distancia CC; interrupción de la fibra arquitectónica > 5 cm	Clasificación de gravedad (G)	3 (cualquier espacio cuantificable entre fibras con retracción parcial ± hemorragia intermuscular)
Grado 4 (desgarro muscular subtotal/total o avulsión tendinosa)	Discontinuidad subtotal/ completa del músculo/ tendón; posible morfología ondulada del tendón y retracción, con lesión fascial y hematoma intermuscular	3c (desgarro intratendinoso extenso)	El edema se extiende al tendón con una longitud longitudinal del tendón comprometida > 5 cm; > 50 % del CSA máximo del tendón; probablemente pérdida de tensión del tendón, sin discontinuidad	Lesión tendinosa (r)	r (presencia o no depende de la afectación tendinosa)
		4 (desgarro de espesor total del músculo)	Discontinuidad completa del músculo con retracción.	Número de relesiones musculares (R)	0: 1.er episodio 1: 1.ª relesión 2: 2.ª relesión

Nota. CC circunferencial, unión musculotendinosa, MTJ, área transversal CSA.

Fuente: T*omada de Isern-Kebschull et al.* (22).

La resonancia magnética nuclear (RMN) se ha consolidado como una herramienta esencial en la evaluación de las lesiones musculares, proporcionando información detallada sobre la extensión, gravedad y evolución del proceso de recuperación. Su alta sensibilidad para detectar diferentes lesiones musculares permite un diagnóstico preciso, facilitando la clasificación de las lesiones y la planificación de estrategias de recuperación individualizadas.

Además, la RMN desempeña un papel clave en la predicción del tiempo de recuperación y en la toma de decisiones sobre el retorno seguro a la actividad deportiva dado la capacidad de evaluación del estado del tejido muscular

en cicatrización, ayudando a reducir el riesgo de recaídas y optimizando el rendimiento del atleta.

En conclusión, el uso sistemático de la RMN en el manejo de las lesiones musculares no solo mejora la precisión diagnóstica, sino que también contribuye a una mejor rehabilitación y prevención de futuras lesiones, destacando su importancia en la medicina deportiva y la traumatología musculoesquelética.

Ecografía Musculoesquelética

La ecografía musculoesquelética se ha consolidado en la última década como una herramienta diagnóstica y terapéutica esencial en el ámbito clínico (24, 25). Su capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real de alta resolución, combinada con su seguridad y accesibilidad, ha transformado el manejo de múltiples afecciones del sistema musculoesquelético (26, 27). Esta técnica permite evaluar estructuras como músculos, tendones, ligamentos, bursas y articulaciones, lo cual resulta crucial para el diagnóstico de lesiones agudas o crónicas, procesos degenerativos y alteraciones inflamatorias (28).

El interés en la ecografía radica en su carácter no invasivo y en la ausencia de radiación ionizante, aspectos que la hacen muy segura en diferentes contextos clínicos (29). Además de su accesibilidad en entornos no hospitalarios como lo demandan algunos contextos deportivos (30). La posibilidad de realizar exploraciones dinámicas y comparativas ha facilitado la integración de la ecografía en la evaluación tanto ambulatoria como en el seguimiento de deportistas (28,30).

Otro aspecto relevante es la utilidad de la ecografía para procedimientos eco guiados, que han ganado popularidad en los últimos años por su precisión y seguridad (30). Estos procedimientos, que incluyen desde infiltraciones hasta aspiraciones y biopsias, han demostrado mejorar la eficacia de las intervenciones terapéuticas (31). La versatilidad y la rapidez de esta modalidad la convierten en una opción de primera línea para el manejo de afecciones musculoesqueléticas (32).

Usos y Aplicaciones en Patologías Musculoesqueléticas

La ecografía musculoesquelética se ha convertido en una herramienta indispensable para el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías (24, 33). Su aplicación abarca desde lesiones tendinosas hasta enfermedades articulares y afecciones de tejidos blandos.

i. **Lesiones Tendinosas:** En el diagnóstico de lesiones tendinosas, la ecografía permite identificar roturas parciales o completas, tendinopatías crónicas y calcificaciones intratendinosas. Por ejemplo, en la tendinopatía del manguito rotador, la técnica visualiza alteraciones en el tendón supraespinoso, lo cual es esencial para determinar la gravedad de la lesión y guiar el tratamiento (30, 34).

ii. **Patologías Articulares:** La ecografía se utiliza para evaluar derrames articulares, sinovitis y cambios estructurales en diversas articulaciones (27). En la osteoartritis, se pueden detectar signos de inflamación sinovial, erosiones óseas y alteraciones en el cartílago. Además, en enfermedades inflamatorias como la artritis reumatoide, la técnica ayuda a identificar hiperemia y engrosamiento sinovial, permitiendo la intervención temprana (34, 35).

iii. **Bursitis y Lesiones de Tejidos Blandos:** La ecografía es fundamental en el diagnóstico de bursitis, al identificar la acumulación de líquido en las bursas y distinguir entre procesos inflamatorios y degenerativos. En el manejo de la bursitis trocantérica, por ejemplo, la visualización precisa mediante ecografía respalda tanto el diagnóstico como la realización de procedimientos eco guiados (36, 37).

iv. **Lesiones Musculares:** La evaluación de lesiones musculares—como desgarros, hematomas y procesos fibrosos—se beneficia de la ecografía, ya que permite determinar la extensión de la lesión y monitorizar su evolución. En deportistas, una detección temprana y precisa de lesiones musculares resulta clave para la planificación de la rehabilitación y la prevención de complicaciones (27,29).

v. **Seguimiento Postoperatorio:** La ecografía también se emplea en el seguimiento de intervenciones quirúrgicas musculoesqueléticas. Tras cirugías articulares o reparaciones tendinosas, la técnica posibilita la monitorización de la curación, la detección temprana de complicaciones y el ajuste de protocolos de rehabilitación según la evolución del paciente (26, 30).

vi. **Procedimientos Ecoguiados:** La realización de procedimientos ecoguiados ha revolucionado el manejo terapéutico en el campo musculoesquelético, ofreciendo intervenciones precisas y seguras. La visualización en tiempo real de la aguja y de las estructuras anatómicas reduce el riesgo de complicaciones y aumenta la eficacia de la intervención (32).

vii. **Infiltraciones Intraarticulares:** La administración ecoguiada de fármacos, como corticoides o ácido hialurónico, permite una distribución homogénea del tratamiento en la cavidad articular. Estudios han demostrado que estas infiltraciones ecoguiadas presentan una mayor eficacia y menor tasa de complicaciones en comparación con técnicas basadas únicamente en referencias anatómicas (38).

viii. **Aspiración de Líquido Sinovial:** En casos de artritis o sospecha de infección, la ecografía facilita la localización precisa del derrame articular, lo que permite una aspiración segura y eficaz para análisis bioquímicos y microbiológicos. Este procedimiento resulta esencial para confirmar diagnósticos y aliviar la sintomatología del paciente (34, 38).

ix. **Infiltraciones Peritendinosas:** Para el tratamiento de tendinopatías crónicas, la inyección ecoguiada de agentes antiinflamatorios o de plasma rico en plaquetas (PRP) asegura que el medicamento se administre en el sitio exacto de la lesión, maximizando la eficacia del tratamiento y minimizando efectos adversos (39).

x. **Biopsia Ecoguiada:** La ecografía se utiliza para guiar la biopsia de lesiones musculoesqueléticas, permitiendo la obtención de muestras representativas para el diagnóstico histopatológico. Esta modalidad es particularmente útil en casos de lesiones sospechosas de malignidad o en procesos inflamatorios crónicos (33).

xi. **En conclusión**, los procedimientos ecoguiados optimizan el manejo terapéutico en la práctica clínica, mejorando tanto la precisión diagnóstica como la seguridad del paciente (38).

Aplicaciones en Medicina del Deporte y Actividad Física

La ecografía musculoesquelética se ha consolidado como una herramienta esencial en la medicina del deporte, permitiendo diagnósticos rápidos y precisos, así como intervenciones que aceleran la recuperación de lesiones deportivas, como lo puede ser el uso de ortobiológicos en una estructura especifica que se desee tratar (40). Su aplicación en este campo permite abordar desde la evaluación inicial de lesiones hasta el seguimiento y la optimización del rendimiento.

En definitiva, la ecografía musculoesquelética es una herramienta integral en la medicina del deporte, facilitando el diagnóstico, la intervención y el seguimiento de lesiones, lo que resulta en una mejora del rendimiento y una optimización

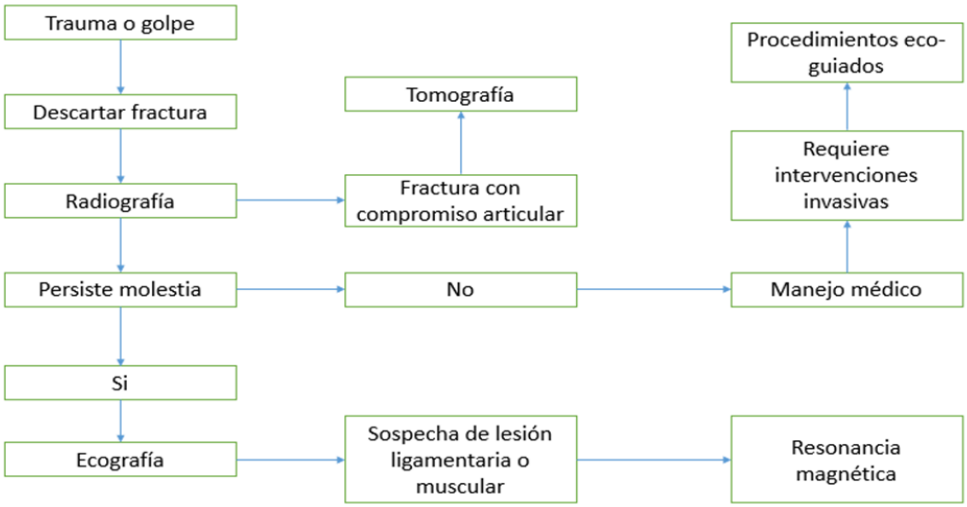
de la atención médica en deportistas. La integración de procedimientos ecoguiados ha permitido realizar intervenciones mínimamente invasivas con alta precisión, reduciendo complicaciones y mejorando los resultados terapéuticos. Aunque existen limitaciones, como la dependencia del operador y la evaluación de estructuras profundas, la evidencia científica respalda su uso en una amplia variedad de aplicaciones.

La formación continua, la estandarización de protocolos y la incorporación de nuevas tecnologías, como el análisis digital y la inteligencia artificial, prometen superar estas limitaciones y potenciar aún más el uso de la ecografía musculoesquelética en la práctica clínica moderna. En definitiva, la ecografía es una herramienta multifacética que, bien utilizada, mejora significativamente el diagnóstico, el seguimiento y la intervención terapéutica en pacientes con patologías musculoesqueléticas, beneficiando tanto a la población general como a deportistas de alto rendimiento.

Tabla 2. *Uso de ayudas diagnosticas*

Técnica	Estructuras evaluadas	Usos
Radiografía	Las imágenes son esenciales para evaluar las estructuras articulares sinoviales (incluidos el cartílago, el menisco, la médula ósea subcondral y la membrana sinovial) para el diagnóstico, el pronóstico y el seguimiento	Luxaciones, subluxaciones, fracturas óseas, disminución de mineralización ósea y algunas patologías oncológicas
Resonancia magnética nuclear	Permite obtener la visualización de lesiones traumáticas y no traumáticas, evaluando no solo la estructura ósea, sino también ligamentos, estructuras musculares y cartilaginosas.	Distensiones musculares, lesiones tendinosas, lesiones musculares, fracturas con compromiso intraarticular
Ecografía musculo-esquelética	Permite evaluar estructuras como músculos, tendones, ligamentos, bursas y articulaciones	Bursitis y lesiones de tejidos blandos, lesiones musculares, lesiones tendinosas, derrames articulares, procedimientos ecoguiados, aspiración de líquido sinovial.

Figura 1. *Esquema de toma de decisiones*



Referencias

1. Das RK, Drolet BC. Lessons from theranos – restructuring biomedical innovation. J Med Syst [Internet]. 2022;46 (5). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s10916-022-01813-3
2. Crim J. Bone radiographs: sometimes overlooked, often difficult to read, and still important. Skeletal Radiol [Internet]. 2024;53 (9):1687–98. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00256-023-04498-y
3. Schreiber JJ, Anderson PA, Hsu WK. Use of computed tomography for assessing bone mineral density. Neurosurg Focus [Internet]. 2014;37 (1):E4. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3171/2014.5.focus1483
4. Renner JB. Conventional radiography in musculoskeletal imaging. Radiol Clin North Am [Internet]. 2009;47 (3):357–72. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2009.01.005
5. Sofka CM, Pavlov H. The history of clinical musculoskeletal radiology. Radiol Clin North Am [Internet]. 2009;47 (3):349–56. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2008.12.003

6. Guermazi A, Hayashi D, Eckstein F, Hunter DJ, Duryea J, Roemer FW. Imaging of osteoarthritis. Rheum Dis Clin North Am [Internet]. 2013;39 (1):67–105. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.rdc.2012.10.003

7. Pitcairn S, Kromka J, Hogan M, Anderst W. Validation and application of dynamic biplane radiography to study in vivo ankle joint kinematics during high-demand activities. J Biomech [Internet]. 2020;103 (109696):109696. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.109696

8. Martel D, Monga A, Chang G. Osteoporosis imaging. Radiol Clin North Am [Internet]. 2022;60 (4):537–45. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2022.02.003

9. Fraldi M, Palumbo S, Cutolo A, Carotenuto AR, Bigoni D. Bimodal buckling governs human fingers' luxation. Proc Natl Acad Sci U S A [Internet]. 2023;120 (44). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2311637120

10. Mick P, Fischer C. Delayed fracture healing. Semin Musculoskelet Radiol [Internet]. 2022;26 (03):329–37. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-1740380

11. Ha AS, Porrino JA, Chew FS. Radiographic pitfalls in lower extremity trauma. AJR Am J Roentgenol [Internet]. 2014;203 (3):492–500. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2214/ajr.14.12626

12. Whang JS, Baker SR, Patel R, Luk L, Castro A III. The causes of medical malpractice suits against radiologists in the United States. Radiology [Internet]. 2013;266 (2):548–54. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1148/radiol.12111119

13. Priolo F, Cerase A. The current role of radiography in the assessment of skeletal tumors and tumor-like lesions. Eur J Radiol [Internet]. 1998;27:S77–85. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/s0720-048x(98)00047-3

14. González-Huete A, Salgado-Parente A, Suevos-Ballesteros C, Antolinos-Macho E, Ventura-Díaz S, Michael-Fernández A, et al. Radiographic evaluation of bone tumors. Radiographics [Internet]. 2023;43 (11). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1148/rg.230048

15. Berger A. How does it work?: Magnetic resonance imaging. BMJ [Internet]. 2002;324 (7328):35–35. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1136/bmj.324.7328.35

16. Crema MD, Yamada AF, Guermazi A, Roemer FW, Skaf AY. Imaging techniques for muscle injury in sports medicine and clinical relevance. Curr Rev Musculoskelet Med [Internet]. 2015;8 (2):154–61. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s12178-015-9260-4

17. Flores DV, Mejía Gómez C, Estrada-Castrillón M, Smitaman E, Pathria MN. MR imaging of muscle trauma: Anatomy, biomechanics, pathophysiology, and imaging appearance. Radiographics [Internet]. 2018;38 (1):124–48. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1148/rg.2018170072

18. Kumaravel M, Bawa P, Murai N. Magnetic resonance imaging of muscle injury in elite American football players: Predictors for return to play and performance. Eur J Radiol [Internet]. 2018;108:155–64. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.09.028

19. Kilic KK, Yuncu M, Dogruoz F, Buyukarslan V, Ertan MB, Kose O. Correlation between MRI findings and functional outcomes in patients with calf muscle strain injuries: a retrospective study on 78 patients. BMC Musculoskelet Disord [Internet]. 2024;25 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s12891-024-08119-0

20. Thierfelder KM, Gerhardt JS, Gemescu IN, Notohamiprodjo S, Rehnitz C, Weber M-A. Imaging of hip and thigh muscle injury: a pictorial review. Insights Imaging [Internet]. 2019;10 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s13244-019-0702-1

21. Masionis P, Popov K, Kurtinaitis J, Uvarovas V, Porvaneckas N. Surgical treatment of the adductor longus muscle's distal tendon total rupture in a soccer player. Orthop Traumatol Surg Res [Internet]. 2016;102 (5):673–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2016.03.011

22. Isern-Kebschull J, Mechó S, Pruna R, Kassarjian A, Valle X, Yanguas X, et al. Sports-related lower limb muscle injuries: pattern recognition approach and MRI review. Insights Imaging [Internet]. 2020;11 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s13244-020-00912-4

23. Reurink G, Goudswaard GJ, Tol JL, Almusa E, Moen MH, Weir A, et al. MRI observations at return to play of clinically recovered hamstring injuries. Br J Sports Med [Internet]. 2014;48 (18):1370–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092450

24. Correa J, Abella P, Walteros E. Infiltración ecoguiada articular de plasma rico en factores de crecimiento como terapia regenerativa en lesiones

del manguito rotador. Rev Colomb Ortop Traumatol [Internet]. 2020;34 (1):39–44. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2020.04.015

25. Ruiz Santiago F, Orellana González C, Moraleda Cabrera B, Láinez Ramos-Bossini AJ. Ultrasound guided procedures in the musculoskeletal system: a narrative review with illustrative examples. Quant Imaging Med Surg [Internet]. 2024;14 (11):8028–49. Disponible en: http://dx.doi.org/10.21037/qims-24-176

26. Andersen CA, Holden S, Vela J, Rathleff MS, Jensen MB. Point-of-care ultrasound in general practice: A systematic review. Ann Fam Med [Internet]. 2019;17 (1):61–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1370/afm.2330

27. Conangla-Ferrin L, Guirado-Vila P, Solanes-Cabús M, Teixidó-Gimeno D, Díez-García L, Pujol-Salud J, et al. Ultrasound in primary care: Consensus recommendations on its applications and training. Results of a 3-round Delphi study. Eur J Gen Pract [Internet]. 2022;28 (1):253–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/13814788.2022.2150163

28. Tan Q, Baek S-S. Musculoskeletal ultrasound and its application in sports medicine. Rev Brasil Med Esporte [Internet]. 2021;27 (8):764–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202127082021_0349

29. Pan G. Current status of dynamic musculoskeletal ultrasound for application to treatment of orthopedic diseases. Am J Transl Res [Internet]. 2024;16 (6):2180–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.62347/wher3512

30. Tok F, Özçakar L, De Muynck M, Kara M, Vanderstraeten G. Musculoskeletal ultrasound for sports injuries. Eur J Phys Rehabil Med. 2012;48 (4):651–63; quiz 707.

31. Hattori S, Saggar R, Heidinger E, Qi A, Mullen J, Fee B, et al. Advances in ultrasound-guided surgery and artificial intelligence applications in musculoskeletal diseases. Diagnostics (Basel) [Internet]. 2024;14 (18):2008. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics14182008

32. Klauser AS, Peetrons P. Developments in musculoskeletal ultrasound and clinical applications. Skeletal Radiol [Internet]. 2010;39 (11):1061–71. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00256-009-0782-y

33. El-Tallawy SN, Nalamasu R, Salem GI, LeQuang JAK, Pergolizzi JV, Christo PJ. Management of musculoskeletal pain: An update with emphasis on

chronic musculoskeletal pain. Pain Ther [Internet]. 2021;10 (1):181–209. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s40122-021-00235-2

34. Rai N, Ranjan RK, Xalxo AR, Toppo SK. Comparative study of MRI and Ultrasound in diagnosing musculoskeletal soft tissue tumours. J Pharm Bioallied Sci [Internet]. 2024; Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1113_24

35. Wakefield RJ, Balint PV, Szkudlarek M, Filippucci E, Backhaus M, D'Agostino M-A, et al. Musculoskeletal ultrasound including definitions for ultrasonographic pathology. J Rheumatol. 2005;32 (12):2485–7.

36. Chen CC, Chen DY. The clinical utility of musculoskeletal ultrasound for disease activity evaluation and therapeutic response prediction in rheumatoid arthritis patients: A narrative review. J Med Ultrasound [Internet]. 2023; Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/jmu.jmu_126_22

37. D'Agostino V, Sorriento A, Cafarelli A, Donati D, Papalexis N, Russo A, et al. Ultrasound imaging in knee osteoarthritis: Current role, recent advancements, and future perspectives. J Clin Med [Internet]. 2024;13 (16):4930. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/jcm13164930

38. Kaeley GS, Bakewell C, Deodhar A. The importance of ultrasound in identifying and differentiating patients with early inflammatory arthritis: a narrative review. Arthritis Res Ther [Internet]. 2020;22 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s13075-019-2050-4

39. Albano D, Aringhieri G, Messina C, De Flaviis L, Sconfienza LM. High-frequency and ultra-high frequency ultrasound: Musculoskeletal imaging up to 70 MHz. Semin Musculoskelet Radiol [Internet]. 2020;24 (02):125–34. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-3401042

40. Nwawka OK. Update in musculoskeletal ultrasound research. Sports Health [Internet]. 2016;8 (5):429–37. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/1941738116664326

Acerca del Editor Científico

About the Scientific Editor

Pedro Antonio Calero Saa
Editor científico y autor

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia
https://orcid.org/0000-0002-9978-7944
pcalero22@gmail.com

Fisioterapeuta – Universidad Santiago de Cali. Diplomado en Docencia Universitaria – Universidad de Boyacá. Especialista en Epidemiología – Universidad de Boyacá. Magíster en Intervención Integral en el Deportista – Universidad Autónoma de Manizales. A lo largo de su trayectoria profesional y académica, ha ejercido como fisioterapeuta en atención de emergencias deportivas en diversos torneos de tenis, tanto nacionales como internacionales, incluyendo la III y IV Copa Bionaire (Challenger Internacional Femenino ITF) en 2009 y 2010, la II Parada Suramericana de Tenis COSAT (2009), y varios torneos entre 2009 y 2018, como la Copa Élite Indervalle y la Final Nacional Interclubes.

Inició su carrera en la Clínica Colón de la Universidad Santiago de Cali en 2009 y en 2010 se unió a la Fundación Liga Colombiana contra la Epilepsia (LICCE). Entre 2011 y 2017, se desempeñó en el programa de Fisioterapia de la Universidad de Boyacá como docente de tiempo completo, tutor de egresados, coordinador de laboratorios, investigador del grupo CORPS y director del programa. En 2012, recibió el premio al Mérito Investigativo "Manuel Elkin Patarroyo" por parte de la Universidad de Boyacá y fue reconocido como egresado distinguido en el área investigativa por la Universidad Santiago de Cali.

Ha sido ponente en conferencias nacionales e internacionales, par evaluador en encuentros de semilleros y en revistas académicas. En 2015, contribuyó a la vinculación del Programa de Fisioterapia de la Universidad de Boyacá a la red Internacional Rafa Pana mediante la Jornada de Actividad Física para fisioterapia. Es coautor del libro "Manual de Evaluación de la Aptitud Física, 2.ª Edición" (2016) y ha publicado en revistas tanto nacionales como internacionales.

Entre 2017 y 2021, fue docente e investigador en el Grupo Salud y Movimiento de la Universidad Santiago de Cali, donde coordinó la publicación de "Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva" (Tomo I y II) y contribuyó

con capítulos en libros sobre modelos teóricos en fisioterapia y ayudas técnicas para la marcha. Fundó el Semillero de Investigación en Actividad Física, Ejercicio Físico, Deporte y Discapacidad (SIAFED). Se desempeñó como docente en el programa de Fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano hasta agosto de 2022. Desde entonces, ha estado impartiendo clases en el Programa de Especialización en Fisioterapia del Deporte y en el Programa de Fisioterapia de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Actualmente, el docente presenta clasificación de investigador asociado, según Min Ciencias.

Acerca de los Autores

About the Authors

Paola Andrea Gálvez Girón
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia
https://orcid.org/0009-0002-2507-5044
paolagalvez.ft@gmail.com

Fisioterapeuta – Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Diplomado Cuerpo Sonoro - Ministerio de Cultura - Universidad Pedagógica de Bogotá. Diplomado en Docencia Universitaria – Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Diplomado Fortalecimiento de habilidades comunicativas para la docencia en la educación superior - Escuela Nacional del Deporte. Magíster en Educación – Corporación Universitaria Minuto de Dios. Se desempeñó como fisioterapeuta en consulta externa, en la Red de Salud Sur Oriente de la ciudad de Cali, entidad del estado de nivel 2 de complejidad, realizando labores propias de la atención en el área osteomuscular y neurológica en diferentes grupos etarios, encargada de educación, valoraciones, planeación e intervención a los pacientes acudientes al servicio durante el periodo 2011 -2021, adicionalmente encargada de dar apoyo a los programas de prevención y promoción con adultos mayores, población de gestantes, y niños, así como a los diferentes programas direccionados desde la secretaria de salud como Rehabilitación Basada en Comunidad RCB. Durante el año 2017 laboró en alianza con el Instituto De Ortopedia Infantil Roosevelt- Proyecto Team Colombia con sede principal en la ciudad de Bogotá como responsable de atención domiciliaria de pacientes con patologías osteomusculares y neurológicas, encargada de realizar visitas domiciliarias, valoración a pacientes y componente educativo a cuidadores en zonas vulnerables de la ciudad de Cali. Se desempeña desde el año 2021 como docente del programa de Fisioterapia en la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte en cursos teóricos y prácticos.

Nathalie Jhoanna García Ríos
Universidad Santiago de Cali. Colombia
https://orcid.org/0009-0006-9497-4376
najho.garcia@gmail.com

Fisioterapeuta egresada - Universidad Santiago de Cali. Especialista en neurorrehabilitación - Escuela Colombiana de Rehabilitación, VIII cohorte, Bogotá - Colombia (2015). Magister en pedagogía - Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Puebla – México (2022), estudios convalidados en Colombia en agosto del 2022. Terapeuta acuática certificada con aquabrasil, WABA e IATF (International Aquatic Therapy Faculty). Doce años de experiencia laboral desde el área de la neurorrehabilitación pediátrica y adulta. Seis años de experiencia docente desde el área de neurorrehabilitación en universidades extranjeras (México) y colombiana (Cali), dando apoyo en cursos teóricos, teóricos prácticos y prácticos, al igual que en procesos de investigación como lo son en semilleros y en procesos de investigación. Actualmente apoyando al grupo de investigación Salud y movimiento, desde diferentes semilleros como lo son: desarrollo del movimiento y fisioterapia, tecnología y rehabilitación en la universidad Santiago de Cali.

Leidy Tatiana Ordoñez-Mora
Universidad Santiago de Cali. Colombia
https://orcid.org/0000-0002-4476-0867
leidy.ordonez01@usc.edu.co / tatiana.ormora@gmail.com

Fisioterapeuta de la Escuela Nacional del Deporte, Cali, Colombia. Especialista en Neurorrehabilitación de la Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia. Magister en Neurorrehabilitación de la Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.

Doctora en Ciencias Aplicadas de la Universidad Santiago de Cali, Colombia.

Doctora en Ciencias de la Salud de la Universidad de Cádiz, España. Docente titular de la Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia. Investigador categoría Senior, integrante y líder del grupo de Investigación Salud y movimiento de la Universidad Santiago de Cali.

Martín Hernán Bonilla Obando
Hospital Universitario San Rafael de Tunja. Colombia
https://orcid.org/0000-0001-6577-0127
mhbonilla@uniboyaca.edu.co

Médico Cirujano - Universidad Libre Seccional Cali. Especialista en Medicina del Deporte y la Actividad Física - Universidad de Boyacá en Tunja, Boyacá. A lo largo de su carrera, ha sido reconocido como Médico de equipo FIFA y ha obtenido un Diplomado en Docencia Universitaria en el Politécnico Superior. Además, se ha destacado como ponente nacional en temas relacionados con la medicina del deporte y es autor de varios artículos científicos. En la actualidad, el Dr. ejerce como médico del deporte en el Hospital Universitario San Rafael de Tunja, el Hospital Regional de Duitama y el Centro Médico Colsanitas de Tunja. Anteriormente, trabajó como Médico del Deporte en CERMED IPS, contribuyendo significativamente al campo de la medicina deportiva.

Raúl Yesid Rodríguez Mayorga
Club Atlético Bucaramanga. Colombia
https://orcid.org/0000-0002-2605-2461
raurodriguez@uniboyaca.edu.co

Médico Cirujano - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) en Tunja, Boyacá. Especialista en Medicina del Deporte y la Actividad Física - Universidad de Boyacá. A lo largo de su carrera, ha alcanzado el reconocimiento como Médico de equipo FIFA y obtuvo un Diplomado en Ondas de Choque a través de la Sociedad Colombiana de Ondas de Choque. Además, se ha destacado como ponente en eventos nacionales abordando temas relacionados con el alto rendimiento deportivo. En cuanto a su trayectoria profesional, el Dr. ocupa el cargo de Director del Departamento Médico del Club Atlético Bucaramanga. En su gestión, ha logrado llevar al club a la victoria, convirtiéndose en Campeón de la Liga Colombiana Betplay en el primer semestre de 2024. Su experiencia también incluye la participación como médico de campo en competencias deportivas internacionales, destacándose en la Conmebol Libertadores 2025.

Camilo Alberto Camargo Puerto
Hospital Universitario San Rafael de Tunja. Colombia
https://orcid.org/0000-0002-9607-1692
dc.camilocamargo@gmail.com

Médico Cirujano - Universidad de Boyacá. Especialista en Medicina de la Actividad Física y del Deporte - Fundación Universitaria Ciencias de la Salud (FUCS). Su formación académica incluye especializaciones en Biomecánica y Obesidad, destacándose como Preceptor de Chip en Obesidad en la Universidad de Campinas en Sao Pablo. Con una sólida trayectoria en el ámbito deportivo, ha ejercido como Médico de equipo FIFA, complementando su conocimiento con un Diplomado en Docencia Universitaria y otro en Infiltraciones Osteomusculoarticulares. Especializado en ecografía músculo-esquelética, ha tomado cursos adicionales sobre ortobiológicos e infiltraciones articulares. Su experiencia incluye haber sido Médico de la selección Bogotá para UCAD y trabajar en eventos como los Juegos FIDES, ASCUN, y Nacionales y Paranacionales. Asimismo, ha colaborado con las fuerzas básicas de clubes como Millonarios F.C. y Fortaleza F.C., y ha sido Especialista en Gestión de Riesgo en la Secretaría de Salud de Bogotá para eventos deportivos.

Académicamente, es docente en la Especialización en Medicina de la Actividad Física y del Deporte en la FUCS y ha sido profesor asociado en varias áreas en la Universidad de Boyacá, donde también cofundó y dirigió la Especialización en Medicina del Deporte. Su labor en investigación incluye la coordinación de la línea de investigación CIEDES y la fundación de CERMED IPS y la Media Maratón de Tunja. Ha publicado numerosos artículos y capítulos de libros, además de dirigir congresos y ser ponente en eventos internacionales. Es miembro activo de AMEDCO y Vicepresidente de la Sociedad Colombiana de Medicina Regenerativa. Su contribución al campo y su participación en comités académicos lo posicionan como un referente en su área.

Pares Evaluadores

Peer Evaluators

Zaily del Pilar García Gutiérrez

Corporación Universitaria Iberoamericana. BogotaPopayán, Colombia
Investigador Senior (IS)
https://orcid.org/0000-0002-9846-7762

Mauricio Orozco Vallejo

Universidad Católica de Manizales. Colombia
Investigador Junior (IJ)
https://orcid.org/0000-0001-5877-0487

Alexis Rojas Ospina

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia
Investigador Asociado (I)
https://orcid.org/0000-0003-4803-4915

Anibal Vicente Arteaga Noriega

Corporación Universitaria Remington. Medellín, Colombia
Investigador Senior (IS)
https://orcid.org/0000-0002-6612-1169

Nancy Janneth Molano Tobar

Universidad del Cauca. Popayán, Colombia
Investigador Senior (IS)
https://orcid.org/0000-0003-1953-4101

Rosa Mercedes Gomez Fajardo

Fundación Universitaria de Popayán. Popayán, Colombia
Investigador Junior (IJ)
https://orcid.org/0000-0002-1211-7164

Distribución y Comercialización
Distribution and Marketing

Universidad Santiago de Cali
Publicaciones / Editorial USC
Bloque 7 - Piso 5
Calle 5 No. 62 - 00
Tel: (57+) (2+) 518 3000
Ext. 323 - 324 - 414
✉ editor@usc.edu.co
✉ publica@usc.edu.co
Cali, Valle del Cauca
Colombia

Diseño y Diagramación
Design and layout by

Juan Diego Tovar Cardenas
Universidad Santiago de Cali
✉ librosusc@usc.edu.co
Tel. 5183000 - Ext. 322
Cel. 301 439 7925

Este libro fue diagramado utilizando
fuentes tipográficas Literata en el contenido
del texto y Open Sans para los títulos.

Versión digital
octubre de 2026.

Esta obra fue publicada por la Facultad de Salud
de la Universidad Santiago de Cali.

"Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva: Una Mirada Multidisciplinaria" es una obra concebida con el propósito de revitalizar el hábito de la lectura, entendida como una herramienta esencial para el crecimiento académico y profesional. En un contexto donde este ejercicio se ha visto relegado, el libro invita a redescubrir el valor de detenerse en cada página para reflexionar, aprender y construir conocimiento colectivo.

La obra se estructura en tres tomos que abordan los fundamentos de la salud física y la actividad deportiva, los procesos de evaluación y diagnóstico, y las estrategias de rehabilitación y readaptación. Su contenido está orientado a estudiantes y profesionales de las ciencias de la salud vinculadas al ámbito deportivo, con el objetivo de fomentar un trabajo interdisciplinario que integre diversas perspectivas en beneficio del deportista y de la práctica clínica.

Un rasgo distintivo de este proyecto es la participación voluntaria de un equipo multidisciplinario de especialistas, quienes respondieron al llamado a aportar sus saberes y experiencias para dar forma a una obra rigurosa y a la vez cercana. Esta unión de esfuerzos refleja la convicción de que el conocimiento se fortalece cuando se comparte y se construye de manera colaborativa.

VIGILADA MINEDUCACIÓN
USC UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
EDITORIAL