

Módulo 1. Test de monitorización de ROM

Introducción

El *range of motion* (ROM), en español “rango de movimiento”, es un término utilizado en el ámbito de la rehabilitación y de la medicina, que se refiere a la cantidad de movimiento que puede lograr una articulación, manteniendo la integridad de las estructuras anatómicas implicadas. Las anomalías en el movimiento articular han permitido diagnosticar y controlar lesiones musculoesqueléticas patológicas, así como la respuesta a los tratamientos.

Se encuentran dos tipos de rango de movimiento.

- Activo: es el grado de movilidad que se puede conseguir en una articulación utilizando los músculos que hay alrededor de ella sin ayuda externa.
- Pasivo: es el grado de movilidad que se puede conseguir en una articulación tras la aplicación de una fuerza externa.

Existen diversos factores que van a influir sobre él.

- Factores anatómicos y biomecánicos: tipo y estructura de la articulación, elasticidad, fuerza muscular.
- Factores bioquímicos: metabolismo muscular.
- Factores neurofisiológicos: tono muscular, capacidad de relajación de músculos.
- Otros factores: condición psíquica, edad, sexo, predisposición genética.

Los test de ROM valorarán objetivamente, por un lado, el progreso y la efectividad de programas preventivos, de entrenamiento o de recuperación del deportista tras sufrir una lesión, y, por otro lado, servirán para la identificación de deportistas con factores de riesgo de lesión.

En la fiabilidad de las mediciones de ROM se encuentran diferentes factores que pueden afectar a los resultados.

- Quién realiza la medición: la experiencia del evaluador que realiza la medición de ROM puede influir en su precisión y fiabilidad. Por este motivo, se considera que la realización de un entrenamiento va a permitir obtener mediciones más consistentes.
- El procedimiento de medición: es muy importante describir la técnica que se va a utilizar para medir el ROM. Un procedimiento estandarizado, protocolizado y claro garantiza mediciones precisas.
- Los instrumentos de medición: existen diferentes herramientas para medir el ROM como pueden ser goniómetros o inclinómetros. El estado en el que se encuentran y la correcta calibración va a afectar a la precisión de las mediciones.
- La reproducibilidad: se refiere a la capacidad de repetir las mediciones y obtener resultados similares. Para obtener una gran reproducibilidad, se debe realizar la misma medición varias veces y obtener resultados similares.
- La posición del sujeto: se debe encontrar una posición donde el sujeto pueda estar relajado, cómodo para evitar tensiones musculares y que permita una óptima posición para realizar la medición del ROM.

A continuación, se desarrollarán los procedimientos por los cuales se obtienen las mediciones de ROM en seis pruebas que valoran diferentes regiones corporales:

- *Ankle test*
- Rotación interna/externa cadera
- *Active knee extension (AKE)*
- *Passive straight leg raise (PSLR)*
- *Dynamic hamstring test*
- *Modified Thomas test*

La correcta ejecución de dichos procedimientos, siguiendo de manera estricta el protocolo estandarizado para cada uno de ellos, proporcionará unos resultados precisos, válidos y fiables, esenciales para la evaluación del deportista.

Conocer la validez y fiabilidad de los test clínicos es fundamental para una correcta interpretación de los resultados, para la toma de decisiones respaldadas en ellos y para garantizar la calidad de una investigación científica. Por lo que, de las pruebas

presentadas, se ofrecerá información con base científica relativa a valores de referencia, validez, fiabilidad, procedimientos de ejecución, parámetros para el análisis de los resultados, así como recomendaciones para la interpretación y visualización de los resultados.

Ankle test

Las mediciones del ROM de tobillo para la evaluación de la fisioterapia en grupos especiales como los deportistas (Skarabot et al., 2015) son consideradas como un factor importante para relacionar posibles alteraciones con dolor en el pie, lesiones de tobillo (Youdas et al., 2009) y otros trastornos de la extremidad inferior.

Con base en un estudio de fiabilidad de la dorsiflexión del ROM (Venturini et al., 2006), las medidas realizadas con peso corporal son más fiables (ICC 0,93-0,96) que las posturas sin carga corporal (ICC = 0,32-0,72).

Existen diferentes instrumentos para tomar estas mediciones, como pueden ser la cinta métrica, el goniómetro, el inclinómetro o el sistema portátil Leg Motion®.

El sistema Leg Motion® proporciona un estímulo visual y táctil que permite una adecuada ejecución de la medición de la dorsiflexión, evitando variaciones en la posición del pie. En la literatura existe un estudio que utilizó esta herramienta para evaluar estudiantes universitarios (Calatayud et al., 2015). Los autores obtuvieron valores de ICC similares (lado derecho 0,98; lado izquierdo 0,96) para la fiabilidad entre evaluadores utilizando este sistema.

Estos resultados señalan su uso como una alternativa válida, portátil y de fácil uso para la valoración del ROM en carga en la dorsiflexión del tobillo. Además, es importante remarcar que estos estudios demuestran que un único evaluador con experiencia básica obtiene resultados altamente fiables.

Procedimiento

Previa ejecución del test, se mostrará el video o se realizará una demostración de su ejecución al deportista. Para la familiarización (debido a los efectos de aprendizaje) se recomienda efectuar una repetición de prueba antes de realizar el test definitivo. Tras dos minutos de recuperación se iniciará el test.

Para su realización, la posición del sujeto será en bipedestación con las manos en la cintura. El pie a valorar debe estar descalzo dentro de la plataforma. El 2º dedo y talón sobre la línea longitudinal, justo detrás de la línea horizontal/transversal. El pie no evaluado debe estar situado en una posición que permita un buen equilibrio durante la ejecución. La posición del evaluador será lateral a la pierna evaluada. Colocando la

referencia vertical extendida hasta el nivel del borde inferior de la rótula del sujeto y a una distancia de 10 cm del pie evaluado como referencia inicial. Durante el movimiento, el evaluador debe colocar su mano en contacto con el talón de la pierna testada para detectar cuando se levanta del suelo.

Para la ejecución del test, el sujeto, sin levantar el talón del suelo, debe flexionar la rodilla hasta contactar la referencia situada por delante. Esta se adaptará a la posición en la que el sujeto pueda mantener el contacto entre el talón y la rodilla durante 3 segundos. No se limitará la pronación ni la supinación del pie. Se realizan dos mediciones máximas para cada pie.

Los intentos serán nulos y se repetirán si: (a) levanta el talón del suelo, (b) el pie no evaluado sobrepasa la posición del pie a evaluar, (c) el sujeto pierde el equilibrio durante la realización del test.

Figura 1: Prueba de tobillo



Posición inicial



Posición final

Fuente: elaboración propia.

Instrumento

Para la práctica del test se utiliza un dispositivo comercial como LegMotion® (checkyourmotion.com) diseñado con el propósito de facilitar el desarrollo del *ankle test*.

En el caso de no disponer de este tipo de dispositivos, alternativas más sencillas serían realizar el test con un goniómetro manual (foto 1), con una cinta métrica en el suelo (foto 2) o con una aplicación estándar de inclinómetro de un *smartphone* (foto 3) (Romero et al., 2017).

Figura 2: Alternativas para realizar el test del tobillo



Foto 1

Foto 2

Foto 3

Fuente: elaboración propia.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Para efectuar el análisis de los resultados, se registra la distancia alcanzada (cm) en cada intento realizado.

Se ha observado que valores por debajo de 10 cm o diferencias superiores a 1,5 cm de flexión dorsal entre ambos tobillos podrían incrementar la incidencia lesional (Hoch y McKeon, 2011). Si tenemos en cuenta la cinemática del miembro inferior, una limitación de la flexión dorsal del tobillo de origen muscular está relacionado con un valgo dinámico de rodilla.

Por este motivo, es importante que en patología de extremidad inferior se tenga en cuenta la medición del ROM de flexión de tobillo, independientemente de si el problema recae en esta articulación o en otra. Una disminución del ROM del tobillo va a provocar un incremento en la demanda de la rodilla y de la cadera, pudiendo aumentar el riesgo de lesión o una disminución del rendimiento en el caso de los deportistas.

Considerando que la población en cuestión consiste en deportistas, los valores de referencia que se han obtenido en el F. C. Barcelona, en la temporada 2022-23, para este test, son los siguientes (expresados en cm).

Fútbol masculino: $9,6 \pm 2,7$

Fútbol sala: $11 \pm 3,5$

Básquet: $12,4 \pm 4$

Fútbol femenino: $10,7 \pm 2,7$

Balonmano: 11 ± 3

Hockey patines: $12,2 \pm 2,8$

Esto nos indica la variabilidad en cuanto a los resultados, dependiendo del tipo de deporte que se practique.

Ankle test

Material: LegMotion®.

Posición del sujeto: apoyo bipodal, descalzo y con las manos en la cintura.

Ejecución: se le solicita que, sin levantar el talón del suelo, debe flexionar la rodilla hasta contactar con la referencia situada por delante.

Mediciones: dos veces con cada pie.

Rotación interna/externa de cadera

La amplitud de movimiento de la cadera es un parámetro clínico fundamental para valorar la función articular. Su medición se emplea habitualmente en diversas patologías como las patologías resultantes de sobrecarga de miembros inferiores, la artrosis de cadera, el pinzamiento femoroacetabular, la lumbalgia y pubalgia, entre otras, así como en el proceso de individualización de trabajo para la reducción del riesgo lesional (Roach et al., 2013; Holm et al., 2000).

Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos para cuantificar variables biomecánicas en investigación, estos no se han implementado ampliamente en el ámbito clínico. Un ejemplo es la medición del ROM, donde el goniómetro sigue siendo la herramienta estándar utilizada por los fisioterapeutas. Esto se debe, probablemente, a su facilidad de uso, bajo coste y portabilidad. No obstante, una limitación del goniómetro es la baja fiabilidad interevaluador en las mediciones, con coeficientes de correlación intraclase (ICC) $< 0,50$; si bien la fiabilidad intraevaluador es adecuada (ICC $> 0,80$) (Nussbaumer et al., 2010; Clapis et al., 2008).

Como alternativa al goniómetro, en el F. C. Barcelona se utiliza el inclinómetro digital para medir el ROM. El inclinómetro presenta similitudes con el goniómetro en cuanto a su ligereza y portabilidad. Diversos estudios han demostrado que el inclinómetro posee una fiabilidad buena a excelente (ICC $> 0,88$) y validez concurrente con el goniómetro universal (ICC $> 0,85$) para la evaluación tanto de la cadera como del hombro (Clapis et al., 2008; Kolber et al., 2011).

El inclinómetro, por otro lado, presenta dos claras ventajas para las mediciones del ROM de la cadera: permite el uso de una sola mano, liberando la otra para estabilizar el tronco según sea necesario, y ha demostrado una buena fiabilidad interevaluador (ICC > 0.80) (Kolber et al., 2011).

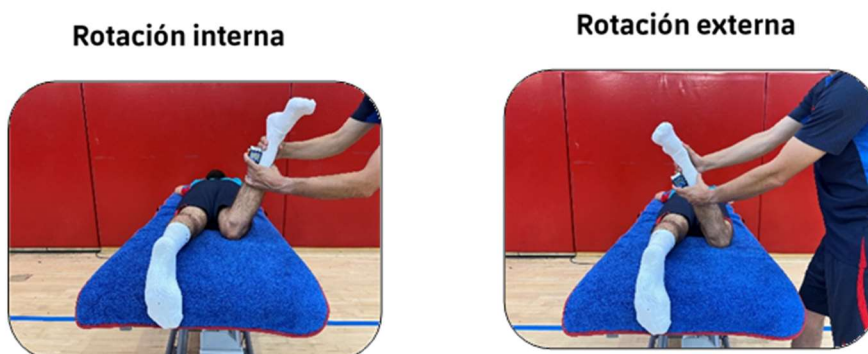
Procedimiento

Para su realización, la posición del sujeto será en decúbito prono (si la camilla lo permite, mirando hacia abajo) y piernas unidas. La posición del evaluador será en bipedestación caudal a la pierna a evaluar.

Para la ejecución del test, se realiza previamente una tracción axial para alinear las extremidades inferiores. Luego, se flexiona la rodilla a 90° asegurando que la cadera está en posición neutral. Se coloca el inclinómetro dos dedos proximalmente al maléolo tibial buscando un *end feel* (límite) sin generar compensación pélvica.

Se realizan dos mediciones no consecutivas de cada extremidad y una tercera si las dos mediciones difieren más de un 10 %. Se calculará el valor promedio de las dos medidas o la mediana en el caso de realizar la tercera medición.

Figura 4: Rotación interna y externa de cadera



Fuente: elaboración propia.

Instrumento

Para la valoración de las rotaciones de cadera se utiliza un inclinómetro digital como dispositivo de medición referente (Roach et al., 2013). Existen diferentes modelos con una validez y fiabilidad comprobada, como lo son la unidad ACUMAR™ digital inclinometer, modelo ACU 360 (Lafayette Instrument Company, Lafayette, Indiana, USA), el Digital Protractor Pro 3600 (Mitotoyo America, Aurora, IL, USA), o el Digital Angle-Sensor, IP54, Bevel-Box and Level-Box (Vogel Germany GmbH & Co. KG, Kevelaer, Alemania) dispositivo que se utiliza en el club.

En el caso de no disponer de este tipo de dispositivos, existen alternativas descritas en la literatura para la realización del test, como el goniómetro universal manual (Roach et al., 2013), o aplicaciones de inclinómetro de referencia para un *smartphone* (Ganokroj et al., 2021).

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Para realizar el análisis de los resultados, se registra la amplitud alcanzada (en grados) en cada medición realizada.

Según el cirujano ortopédico francés A. I. Kapandji, una rotación interna (RI) valorada en prono, posición en la que realizamos la medición, debería estar entre 30-40° de amplitud, y, a su vez, una rotación externa (RE) debería ser mayor a 60°. Por consiguiente, se ha observado que una disminución de la amplitud de movilidad de la rotación total del mismo complejo articular menor a 85° (Ryan et al., 2014), o de la RI (Jansen, 2010) predispone a lesión debido a las limitaciones que produce.

Por este motivo, es importante que en patología de extremidad inferior y de la región lumbo-pélvica, se tenga en cuenta la medición del ROM de cadera, independientemente de si el problema recae en esta articulación o en otra. Una disminución del ROM de la cadena articular cadera-rodilla-tobillo/pie, puede provocar un incremento en la demanda de las articulaciones adyacentes, pudiendo aumentar el riesgo de lesión o una disminución del rendimiento en el caso de los deportistas.

Considerando que la población en cuestión consiste en deportistas, los valores de referencia que se han obtenido en el F. C. Barcelona, en la temporada 2022-23, para este test, son los siguientes (expresados en grados).

Fútbol sala: RI $39,1 \pm 18,4$ / RE $40,4 \pm 15,6$ (Σ : $66,1 \pm 16,35$)

Fútbol femenino: RI $37,5 \pm 9,4$ / RE $43,3 \pm 13$ (Σ : $79,7 \pm 8,3$)

Balonmano: RI $27,7 \pm 7,2$ / RE 38 ± 8 (Σ : $53,5 \pm 13,9$)

Hockey patines: RI $28,6 \pm 8,3$ / RE $39,2 \pm 10,8$ (Σ : $70,1 \pm 9,9$)

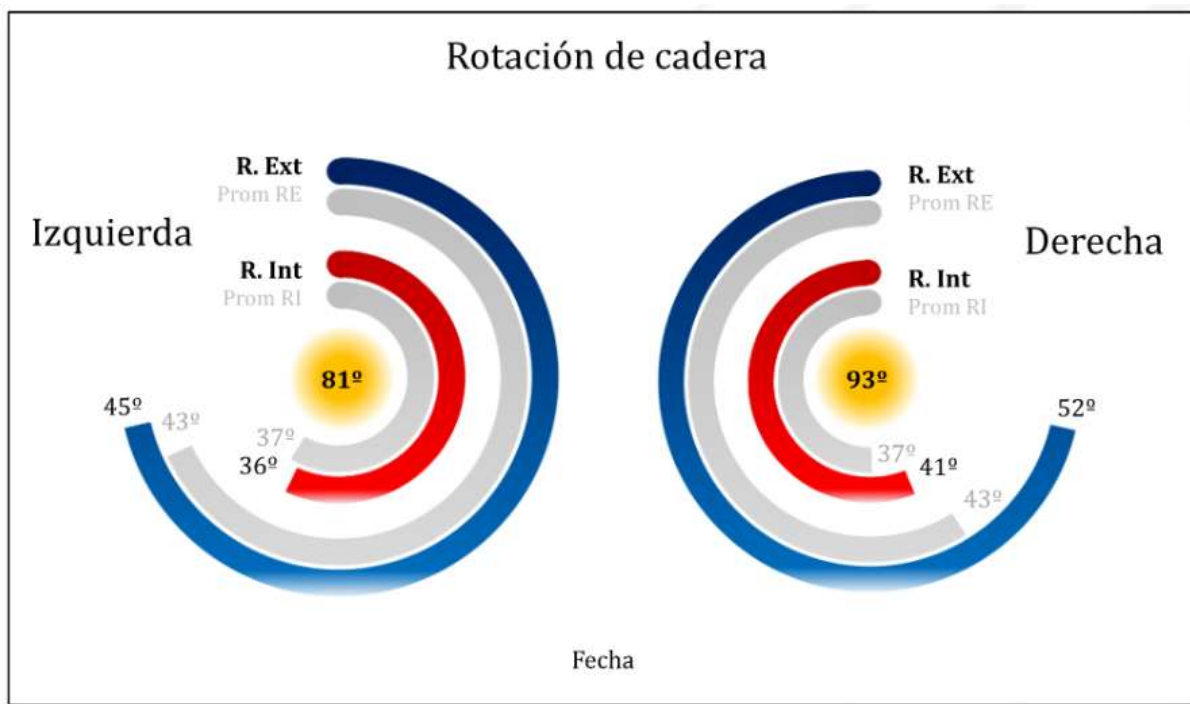
Básquet: RI $39,1 \pm 9,8$ / RE $51,2 \pm 10,6$ (Σ : $90,3 \pm 17,1$)

Fútbol masculino: RI $30,9 \pm 6,8$ / RE $42,9 \pm 7,7$ (Σ : $73,8 \pm 8,9$)

Esto indica la variabilidad, en cuanto a los resultados, dependiendo del tipo de deporte que se practique.

Referente a la visualización de los resultados en los test de rotaciones de caderas, existen muchas posibilidades. A continuación, se muestra una posible interpretación gráfica del resultado de la medición de la rotación interna y externa de cadera, en un deportista del F. C. Barcelona durante la realización de unos *screenings*.

Figura 5: Resultados de una medición de rotación interna y externa en ambas piernas



Fuente: elaboración propia.

El ejemplo del gráfico en la figura 5, muestra los resultados de una medición de rotación interna y externa en ambas piernas, en una fecha concreta.

También se puede observar la línea gris que acompaña cada una de las rotaciones y nos permite contextualizar la medición realizada con el promedio del equipo/población, así se puede conocer dónde ubicar a nuestro deportista en referencia al grupo.

En el centro del gráfico aparece reflejado el sumatorio de la rotación interna y la externa para esa pierna, relacionándolo con la predisposición a sufrir lesiones por tener disminuido el ROM (Ryan et al., 2014; Jansen, 2010).

Rotación interna/externa de cadera

Material: inclinómetro digital.

Posición del sujeto: decúbito prono con las piernas unidas.

Ejecución: se realiza una tracción axial para alinear las EEII y se flexiona la rodilla a 90° asegurándonos que la cadera está en posición neutral.

Mediciones: dos mediciones no consecutivas de cada extremidad y una tercera si las dos mediciones difieren más de un 10 %. Se calculará el valor promedio de las 2 medidas o la mediana en el caso de realizar la tercera medición.

Active knee extension (AKE)

La limitación de la movilidad articular de cadera con origen muscular comúnmente se observa en pacientes con lesiones de miembros inferiores y patología lumbar. Numerosas variables se han investigado en la etiología de las disfunciones del movimiento, siendo la limitación de la extensibilidad de la musculatura un factor clave. Esto puede interferir en la biomecánica articular y la función muscular, afectando, por lo tanto, al rendimiento deportivo y predisponiendo al atleta a lesiones (Radwan et al., 2014; Olivencia et al., 2020).

La monitorización de la tolerancia a la puesta en tensión de la cadena posterior (musculatura isquiosural, tríceps sural y demás tejidos con posibilidad de limitar el movimiento), permite individualizar los tratamientos de los deportistas lesionados e intervenir en la reducción de la probabilidad de lesión. Además, la longitud muscular es un resultado que se analiza en individuos asintomáticos que participan en ejercicio y deportes. Por lo tanto, para garantizar pruebas precisas e intervenciones apropiadas, es esencial contar con métodos de medición fiables (American College of Sports Medicine, 2018).

Se utiliza el "*active knee extension test*" o "test de extensión activa de rodilla", que tiene una fiabilidad intraevaluador entre 0,78 y 0,94 y una fiabilidad interevaluador de hasta 0,98-0,99 (Hamid et al., 2013; Connor et al., 2015).

La fiabilidad inter e intraevaluador es más alta para el AKE test cuando se utiliza un inclinómetro distal a la tuberosidad tibial para obtener una medición objetiva. La extremidad evaluada se mantiene a 90° de flexión de cadera sostenida por la extremidad superior del participante. Se coloca una barra lateral vertical adyacente a

la mesa para darle al participante una referencia visual y asegurar la alineación vertical del fémur (Connor et al., 2015).

Procedimiento

Para su realización, la posición del sujeto será en decúbito supino con la cabeza apoyada en la camilla en todo momento. Se realiza una flexión de cadera a 90° de la pierna a valorar (alineación mediante referencia visual de la barra vertical con trocánter mayor, mismo participante se sujeta la pierna con las manos proximal al hueco poplíteo). Los hombros y el pie permanecerán relajados.

La posición del evaluador será en bipedestación al lado homolateral a valorar con el inclinómetro, sujetado por el evaluador en la parte distal de la tuberosidad tibial anterior.

Para la realización del test, se debe hacer una fijación de la extremidad inferior no evaluada, con una cincha en el 1/3 distal del muslo, realizando una constante supervisión visual del posicionamiento del sujeto durante el procedimiento de medición asegurando la cadera mantenida a 90°, la cabeza en contacto con la camilla, y los hombros y el pie relajados.

Para su ejecución, el sujeto extiende la rodilla tanto como sea posible y mantiene la posición (sin sacudidas) hasta que el evaluador obtenga la medida.

Se realizan dos mediciones consecutivas de cada extremidad. Se calculará el valor promedio de las dos medidas. Se registra el grado de flexión de rodilla alcanzado, siendo de 0° si el sujeto consigue extenderla completamente.

Figura 6: Ejecución del test de extensión activa de rodilla



Posición inicial



Posición final

Fuente: elaboración propia.

Instrumento

Para la valoración del AKE test, la literatura describe diferentes dispositivos para su medición: el goniómetro pendular (Gajdosik, 1983), el goniómetro de brazos (Norris y Matthews, 2005), así como diferentes tipos de inclinómetros (Olivencia et al., 2020; Connor et al., 2015). Ahora bien, con el objetivo de hacer más ágil la toma de mediciones, siempre que la literatura lo apoye, como es el caso, seguiremos utilizando el inclinómetro digital Digital Angle-Sensor, IP54, Bevel-Box and Level-Box (Vogel Germany GmbH & Co. KG, Kevelaer, Alemania) como dispositivo de medición referente.

De todos modos, en el caso de no disponer de este tipo de dispositivo, existen las alternativas ya mencionadas de los diferentes goniómetros, así como la posible utilización de un *smartphone* con una aplicación de inclinómetro de referencia.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Para proceder al análisis de los resultados, se registra la amplitud alcanzada (en grados) en cada medición realizada.

Se consideran valores de normalidad los de amplitud inferior a los 20° hasta la extensión completa. Y, consecuentemente, se considerará una amplitud disminuida por exceso de tensión de la cadena posterior, principalmente de la musculatura isquiotibial, una limitación de amplitud mayor a los 20° (Olivencia et al., 2020; Norris y Matthews, 2005), pudiendo incrementar la incidencia lesional en extremidades inferiores, principalmente en los isquiosurales (Hamid et al., 2013), y, a su vez, en la región lumbo-pélvica.

Por este motivo, es importante que en patología de la extremidad inferior, principalmente muscular de la cadena posterior, se tenga en cuenta la medición del ROM activo de la extensión de rodilla.

Considerando que la población en cuestión consiste en deportistas, los valores de referencia que se han obtenido en el F. C. Barcelona, en la temporada 2022-23, para este test, son los siguientes (expresados en grados).

Fútbol masculino: $30,4 \pm 11,9$

Fútbol sala: $36,1 \pm 7,8$

Básquet: $38,4 \pm 19,3$

Hockey patines: $24,2 \pm 9,4$

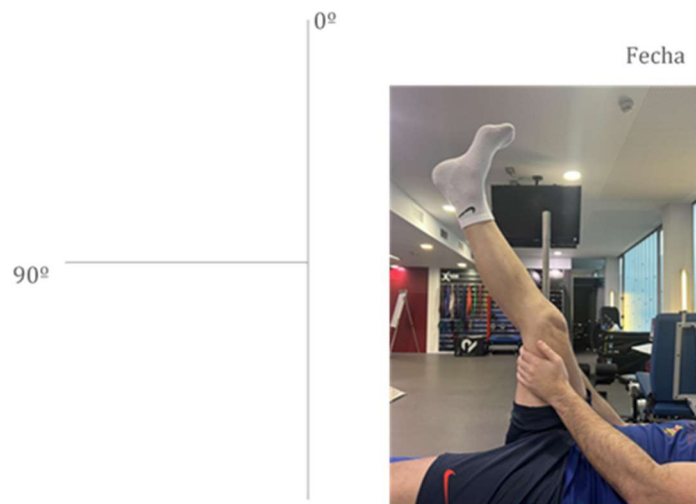
Balonmano: $29,4 \pm 8,4$

Fútbol femenino: $26,3 \pm 8,2$

Esto nos indica la variabilidad, en cuanto a los resultados, dependiendo del tipo de deporte que se practique.

A continuación, se muestra una interpretación gráfica de los resultados obtenidos en una medición del AKE test, en un deportista del F. C. Barcelona, durante un *screening*.

Figura 7: Interpretación gráfica de los resultados obtenidos en una medición del AKE test



Visualización de los grados que consigue un deportista del FCB en el AKE test. Los valores que se muestran son los grados que quedan para llegar a 0° (extensión completa de rodilla). La imagen representa el test.

Fuente: elaboración propia.

En el ejemplo de la figura 7 se muestran las mediciones para el test de AKE junto con una imagen como recordatorio de la posición en la que tomamos las medidas, haciendo referencia a la orientación del gráfico y así evitar confusiones.

Hay que contar que el punto de partida es de 90° de flexión de rodilla y se busca llegar lo más cercano posible a 0° (máxima extensión).

La línea gris entre las dos mediciones indica el promedio del equipo/población, la cual permite contextualizar la situación del deportista en referencia al grupo.

Aktive knee extension (AKE)

Material: inclinómetro digital.

Posición del sujeto: decúbito supino con la cabeza apoyada en la camilla en todo momento. Se realiza una flexión de cadera a 90° de la pierna a valorar.

Ejecución: el sujeto extiende la rodilla tanto como sea posible y mantiene la posición hasta que el evaluador obtenga la medida.

Mediciones: dos mediciones consecutivas de cada extremidad. Se calculará el valor promedio de las 2 medidas.

Este test está relacionado con la incidencia en las lesiones de la cadena posterior (Hamid et al., 2013).

Passive straight leg raise (PSLR)

La flexibilidad es un parámetro físico importante relacionado, a menudo, con el rendimiento del atleta, aunque también se relaciona frecuentemente con lesiones musculares.

Por eso, es importante evaluar con precisión y fiabilidad la extensibilidad muscular de un atleta, ya sea para evaluar el progreso de un programa de entrenamiento o para medir la eficacia de las estrategias en un entorno de rehabilitación (Heiderscheit et al., 2010).

El PSLR test es una de las medidas más utilizadas para evaluar la extensibilidad. Se caracteriza por un movimiento pasivo de flexión de cadera, con la rodilla completamente extendida, realizado por el examinador. Algunos autores defienden la naturaleza pasiva del test, diciendo que representa una ventaja sobre el AKE al evaluar la extensibilidad de los isquiosurales al eliminar la actividad del cuádriceps y los flexores de la cadera (Gajdosi et al., 1993; Gajdosik y Lusin, 1983).

Para el PSLR se obtuvo un ICC promedio de 0,96 para SLR, lo que muestra unos valores de fiabilidad altos (Gajdosik y Lusin, 1983).

Por otro lado, algunos estudios han concluido que la posición del sujeto durante el AKE previene la rotación pélvica y también elimina la confusión derivada de una posible afectación neurológica que puede ocurrir durante la maniobra del PSLR (Gajdosik y Lusin, 1983).

Procedimiento

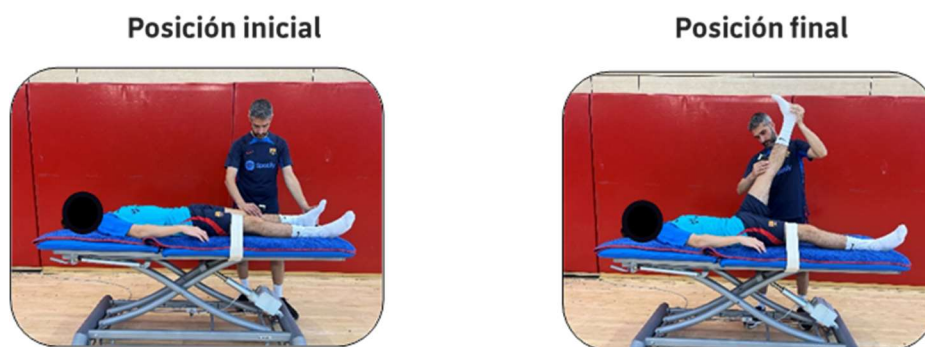
Para su colocación, la posición del sujeto será en decúbito supino en la camilla, con los brazos a lo largo del cuerpo y piernas estiradas. La posición del evaluador será en bipedestación en el lado de la pierna a valorar.

Para la realización del test, se sitúa la mano craneal del evaluador en la parte anterior de la rodilla, evitando la flexión y rotación de cadera, a la vez que se sujeta el inclinómetro en la parte distal de la tuberosidad tibial anterior. Se fija la pierna no evaluada con una cincha no elástica en el 1/3 distal del muslo.

Para la ejecución, el evaluador, con la mano caudal situada en el calcáneo, eleva de forma controlada la pierna del sujeto, flexionando la cadera con la rodilla extendida y evitando la rotación externa de cadera. Se avanzará hasta percibir el límite en el que se provoque estiramiento. Esta amplitud será el límite del test.

Se realizan dos mediciones consecutivas de cada extremidad. Se calculará el valor promedio de las dos medidas.

Figura 8: Ejecución del *passive straight leg raise test*



Fuente: elaboración propia.

Instrumento

Para la valoración del test PSLR, la literatura describe diferentes dispositivos (Ayala et al., 2012; Cejudo, 2022) para su medición: el inclinómetro y el goniómetro. Tal y como se comenta en test anteriores, con el objetivo de hacer más ágil esta toma de mediciones, siempre que la literatura lo apoye, se va a hacer uso del inclinómetro digital Digital Angle-Sensor, IP54, Bevel-Box and Level-Box (Vogel Germany GmbH & Co. KG, Kevelaer, Alemania) como dispositivo de medición referente.

De todos modos, en el caso de no disponer de este tipo de dispositivo, existe la posibilidad de realizar el test con un goniómetro de brazos, o mediante la utilización de un *smartphone* con una aplicación de inclinómetro de referencia.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Para realizar el análisis de los resultados, se registra la amplitud alcanzada (en grados) en cada medición realizada.

Se consideran valores de normalidad a aquellos de amplitud igual o superior a los 68° de flexión de cadera, buenos valores en torno a los 70-71° de flexión, y valores muy buenos/excelentes los iguales o superiores a 88° (Cejudo, 2022). Consecuentemente, se considerará una amplitud disminuida por exceso de tensión tanto de la cadena posterior, principalmente de la musculatura isquiosural, como del sistema nervioso periférico (nervio ciático o ramas secundarias), una amplitud de flexión pasiva de cadera menor a los 68°, pudiendo incrementar la incidencia lesional en extremidades inferiores, principalmente en la musculatura de la cadena posterior y, a su vez, en la región lumbo-pélvica.

Por este motivo, es importante que en patología, tanto de la extremidad inferior como la de la región lumbo-pélvica, se tenga en cuenta la medición del ROM pasivo de la flexión de cadera.

Considerando que la población en cuestión consiste en deportistas, los valores de referencia que se han obtenido en el F. C. Barcelona, en la temporada 2022-23, para este test, son los siguientes (expresados en grados).

Fútbol masculino: 68,1 ± 8,6

Dynamic hamstring test

La lesión de los isquiosurales es de las más comunes en el mundo del fútbol profesional y actualmente se invierten grandes cantidades de recursos y esfuerzos para reducir su incidencia. Askling et al. (2010) observaron dos mecanismos principales de lesión en los jugadores de fútbol de élite:

- lesiones por estiramiento, como las que se producen durante un movimiento excéntrico como una patada alta,
- lesiones de tipo espiral que se producen durante la carrera de alta velocidad o *sprint*.

Gracias a los avances tecnológicos, se han desarrollado nuevos métodos para el análisis de variables fisiológicas, cinemáticas y de posicionamiento espacial en el

deporte. Hecho que ha permitido analizar y trabajar sobre nuevas metodologías de trabajo para prevenir lesiones musculares, generando mejoras en los procesos de entrenamiento y rehabilitación.

En el ámbito de los isquiosurales, uno de los test más utilizados es el test de elevación activa de pierna recta (EAPR) o test de Askling. Durante esta prueba, el sujeto tumbado en decúbito supino sobre una camilla o en el suelo, eleva la pierna voluntariamente con la rodilla extendida, produciéndose una acción excéntrica sobre la musculatura posterior del muslo y concéntrica sobre la musculatura flexora de cadera (Boyd y Villa, 2012). Analizar la velocidad angular de ejecución del movimiento mediante un sensor denominado giroscopio, permite analizar cómo se comporta la musculatura agonista y antagonista durante la realización de dicho movimiento. Uno de los sensores más utilizados es el WIMU PRO™.

En el estudio (Pino-Ortega, 2018) se obtuvieron excelentes resultados de validez del test (ICC=1.00; $r=1.00$) y fiabilidad interdispositivo (Bias=.41°/s; CV=.21 %), concluyendo que el dispositivo WIMU PRO™ es un instrumento válido y fiable para la medición de la variable velocidad angular en el test de EAPR o Askling.

Procedimiento

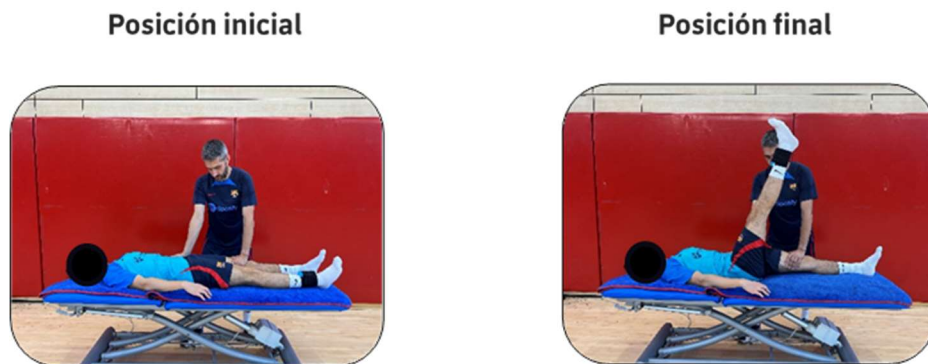
Para la preparación, la posición del sujeto será en decúbito supino, con los brazos a lo largo del cuerpo y piernas estiradas. El evaluador se situará en la pierna contralateral.

Para la realización del test, se fija el dispositivo WIMU PRO™ con una banda elástica en la cara anterior del 1/3 distal de la tibia. El evaluador fija con sus manos la pierna contralateral evitando la flexión de rodilla/cadera y de la pelvis.

Para la ejecución, el sujeto realiza una elevación de la pierna a la mayor velocidad y con el máximo recorrido posible, manteniendo la rodilla en extensión.

Se ejecutan tres repeticiones con cada pierna, dejando 1 segundo entre cada repetición. Se obtiene: el ángulo máximo (grados), la velocidad máxima (grados/segundo), y el ángulo a la velocidad máxima (grados) de cada pierna. Se elige la repetición de cada pierna con el “ángulo a la velocidad máxima” más elevado.

Figura 9: Ejecución del test de elevación activa de pierna recta



Fuente: elaboración propia.

Instrumento

La estabilidad se evalúa mediante un dispositivo inercial WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España). La unidad WIMU PRO™ contiene 3 giroscopios triaxiales a través de los cuales se puede detectar la velocidad angular con un fondo de escala de 2000 grados por segundo. Es un dispositivo de 70 gramos y de 81 × 45 × 16 mm de tamaño. Para el autoarranque de la unidad y para evitar errores de los acelerómetros, se dejará el dispositivo inmóvil durante 30 segundos en una superficie plana y sin dispositivos magnéticos alrededor. La unidad se fija con una cincha elástica alrededor del tobillo, por encima de los maléolos, dejando ubicada la unidad en la cara anterior de la pierna.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Los datos registrados por el dispositivo WIMU PRO™ se procesarán mediante el *software* S PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España). Se puede realizar la extracción de los datos de forma inmediata si durante la realización del test se conecta el dispositivo a la antena wifi que proporciona la empresa. En el caso de que no sea así, se debe proceder más tarde a analizar los datos guardados y seleccionar manualmente cada test realizado.

A continuación, se muestra cómo proceder a la realización del test en directo y seguidamente se presenta la tabla con los resultados, exponiendo cuáles son los criterios para proceder a la selección de los valores que se van a utilizar para el análisis de los resultados.

Fuente: elaboración propia con base en captura de pantalla del *software S PRO™* (RealTrack Systems, s.f.)

En la tabla que aparece una vez analizados los resultados (tabla 1), se observan los valores de las 3 repeticiones de cada pierna. De cada una de ellas, se selecciona la repetición que tenga el ángulo al que se haya alcanzado la máxima velocidad más elevada. Este valor va a ser determinante para escoger el resto de los resultados de esa repetición (aunque se obtengan valores más elevados en otras repeticiones en las otras dos variables).

Tabla 1: Visualización de los resultados obtenidos durante el *dynamic hamstring test*

Selection	Number	Max angulation (deg)	Max velocity (deg/s)	Avg velocity (deg/s)	Time to max velocity (ms)	Angle at max velocity (deg)	Difference with previous (deg/s)
RIGHT	1	52,672	528,484	250,040	193	50,538	
RIGHT	2	54,587	534,122	279,672	55	59,103	5,638
RIGHT	3	56,008	565,311	275,405	68	58,368	5,189
LEFT	4	59,932	574,840	273,341	168	56,166	5,529
LEFT	5	59,755	526,941	317,083	63	59,651	52,101
LEFT	6	54,085	599,185	282,433	93	59,562	27,756
AVG		52,84	371,48	279,66	105,00	58,90	14,14
SD		2,56	37,78	21,65	60,98	16,46	29,92

Tabla 1. Visualización de los resultados obtenidos durante el *dynamic hamstring test* en un deportista del FCB. Las flechas muestran el valor que va a marcar la repetición con la que nos vamos a quedar.

Fuente: elaboración propia.

Considerando que la población en cuestión consiste en deportistas, los valores de referencia que se han obtenido en el F. C. Barcelona, en la temporada 2022-23, para este test en la variable del ángulo en el que se alcanza la máxima velocidad (valor que determina la repetición que vamos a elegir), son los siguientes.

Fútbol sala: $45^\circ \pm 11,3^\circ$

Balonmano: $51,6^\circ \pm 9,3^\circ$

Fútbol femenino: $49,5^\circ \pm 13,7^\circ$

Básquet: $56,3^\circ \pm 11,5$

Para el resto de valores, el promedio obtenido de toda la población ha sido:

- Ángulo máximo: $86,46^\circ$
- Velocidad máxima: $370,96^\circ/s$

Esto nos indica la variabilidad, en cuanto a los resultados, dependiendo del tipo de deporte que se practique.

En este test se provoca el estiramiento del músculo en posiciones articulares extremas, incidiendo en el trabajo excéntrico de la musculatura isquiosural, conociendo que la literatura ha demostrado que el trabajo excéntrico se utiliza en la prevención de las lesiones en este grupo muscular (Arason et al., 2008; Brooks et al., 2006).

Dynamic hamstring test

Material: dispositivo WIMU PRO™.

Posición del sujeto: decúbito supino, con los brazos a lo largo del cuerpo y piernas estiradas.

Ejecución: el sujeto realiza una elevación de la pierna a la mayor velocidad y con el máximo recorrido posible, manteniendo la rodilla en extensión.

Mediciones: se realizan 3 repeticiones con cada pierna.

Modified Thomas test

El ROM constituye un elemento fundamental de la evaluación clínica, permitiendo la construcción de un cuadro clínico preciso para el diagnóstico y la identificación de factores predisponentes a lesiones. Diversos estudios han sugerido que la extensibilidad de los flexores de la cadera juega un papel crucial en la disfunción postural, ocasionando dolor lumbar, dolor de cadera y dolor de rodilla, además de afectar el rendimiento humano (Roach et al., 2015; Sorensen et al., 2015).

En este contexto, el *modified Thomas test* se ha convertido en una herramienta ampliamente utilizada en la práctica clínica para evaluar la extensibilidad de los flexores de la cadera. Permite valorar la extensibilidad de tres músculos clave: el ilíaco, el psoas mayor (que conforman el grupo iliopsoas) y el recto femoral, además del tensor de la fascia lata (Clapis et al., 2008; Cejudo et al., 2015).

Los resultados del estudio revelaron una alta fiabilidad entre evaluadores para la utilización del inclinómetro, con valores de coeficiente de correlación intraclase (ICC) que se ubicaron entre 0,89 y 0,92. En cuanto a la fiabilidad intraevaluador, se observaron altos valores para ambos instrumentos y entre los diferentes examinadores. Los ICC oscilaron entre 0,91 y 0,93 (Ferber et al., 2010; Hattam y Smeatham, 2010).

Procedimiento

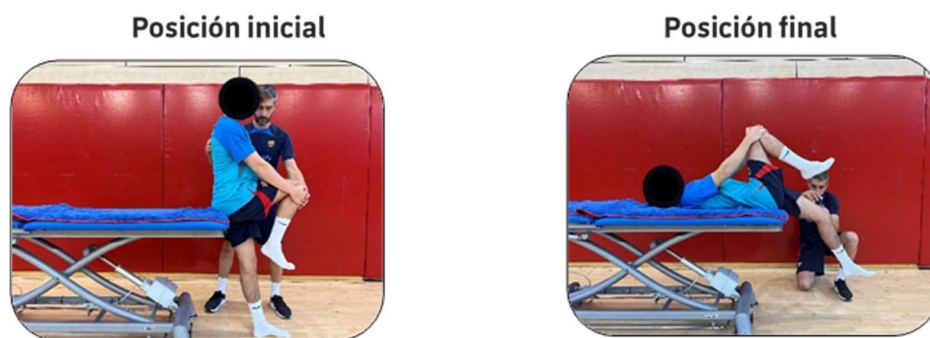
Para su preparación, la posición del sujeto será en bipedestación, apoyado en el borde de la camilla por encima del pliegue glúteo. El evaluador se situará lateral a la pierna evaluada.

Para la realización del test, el sujeto sostiene la rodilla de la pierna no evaluada por 1/3 proximal de la tibia (rodilla y cadera en flexión), con los brazos relajados.

Para la ejecución, con la ayuda del evaluador, el sujeto se dejará caer hacia atrás y la pierna a valorar colgará fuera de la camilla. El inclinómetro se situará a dos dedos transversales por encima del polo superior de la rótula.

Se realizan dos mediciones no consecutivas de cada extremidad y una tercera si las dos mediciones difieren más de un 10 %. Al finalizar la primera medición de ambas piernas, el sujeto se levanta y vuelve a apoyarse en la camilla, para 'restablecer' su posición. Se calculará el valor promedio de las dos medidas o la mediana en el caso de realizar la tercera medición.

Figura 11: Ejecución del *modified Thomas test*



Fuente: elaboración propia.

Instrumento

Para la valoración del *modified Thomas test* versión modificada, la literatura describe de nuevo el goniómetro de brazos (Roach et al., 2015; Clapis et al., 2008; Wakefield et al., 2015) y el inclinómetro (Roach et al., 2015; Clapis et al., 2008) como dispositivos a tener cuenta para su medición. Tal y como se comentó en tests anteriores, con el objetivo de hacer más ágil la toma de mediciones, siempre que la literatura lo apoye, se va a hacer uso del inclinómetro digital Digital Angle-Sensor, IP54, Bevel-Box and Level-Box (Vogel Germany GmbH & Co. KG, Kevelaer, Alemania) como dispositivo de medición referente.

En el caso de no disponer de este tipo de dispositivos, existe la posibilidad ya comentada de realizar el test con un goniómetro de brazos, con una aplicación de inclinómetro para un *smartphone*, o mediante un proceso trigonométrico descrito también en la literatura (Wakefield et al., 2015).

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Para realizar el análisis de los resultados, se registra la amplitud alcanzada (en grados) en cada medición realizada. A esta se le da un valor negativo cuando el muslo cae por debajo de la posición horizontal, entendiéndolo como una extensión real, y un valor positivo cuando el muslo se mantiene por encima de la horizontal, entendiéndolo como un déficit de extensión.

Se consideran valores de normalidad aquella amplitud igual o mayor a los -30° con relación a la horizontalidad. Y, consecuentemente, se considerará una amplitud disminuida por exceso de tensión de la cadena anterior, principalmente de la musculatura flexora de cadera, una limitación de amplitud de la extensión obteniendo valores menores a estos -30° requeridos.

La amplitud reducida en la extensión de la cadera se correlaciona con una aumento de la curvatura lumbar y posible consecuente dolor de espalda, con una alteración de la biomecánica de la marcha y la carrera, posibles disfunciones de la rodilla, así como el ángulo alcanzado de la cadera durante el chut en deportes que lo requieran (Clapis et al., 2008), por lo que será importante tenerla cuenta.

Considerando que la población en cuestión consiste en deportistas, los valores de referencia que se han obtenido en el F. C. Barcelona, en la temporada 2022-23, para este test, son los siguientes (expresados en grados).

Fútbol masculino: $-28,9 \pm 9,8$

Fútbol femenino: $-31,2 \pm 9$

Básquet: $-26 \pm 8,8$

Balonmano: $-30,3 \pm 8,6$

Fútbol sala: $-29,1 \pm 8,6$

Hockey patines: $-30,6 \pm 6,7$

Esto nos indica la variabilidad en cuanto a los resultados dependiendo del tipo de deporte que se practique.

A continuación, se muestra una posible interpretación gráfica del *modified Thomas test* en un deportista del F. C. Barcelona con una lesión en el cuádriceps (figura 12).

Figura 12: Posible interpretación gráfica del *modified Thomas test*



Visualización del incremento del ROM en el *Thomas test modified* durante la progresión del tratamiento en un deportista del FCB. Apreciamos la asimetría entre piernas en cada medición. La extremidad lesionada se representa con un (*).

Fuente: elaboración propia.

En el ejemplo del gráfico se representa la evolución en el tiempo del incremento de ROM en el *modified Thomas test*. En este caso, el valor negativo incrementa con la ganancia de ROM (a mayor movilidad, mayor número negativo).

El resultado es negativo porque la pierna va por debajo de la horizontal. En el caso de obtener un resultado cercano a cero, esto indicaría una gran retracción en la cadera anterior.

También muestra la asimetría que existe entre las dos piernas (reflejada en el cuadro naranja), marcando una tendencia a ir disminuyendo a lo largo del tiempo, de la misma forma que incrementa el valor de la medición en cada pierna. Esto es una muestra de que existe una progresión en el tratamiento de la lesión respecto a la movilidad de la cadera.

La línea negra nos marca el promedio y el cuadro gris nos indica el área que abarca una desviación estándar del equipo/población, lo que nos permite contextualizar la situación del deportista con referencia al grupo.

Modified Thomas test

Material: inclinómetro digital.

Posición del sujeto: en bipedestación, apoyado en el borde de la camilla por encima del pliegue glúteo.

Ejecución: el sujeto se dejará caer hacia atrás y la pierna a valorar colgará fuera de la camilla.

Mediciones: dos mediciones no consecutivas de cada extremidad y una tercera si las dos mediciones difieren más de un 10 %. Se calculará el valor promedio de las 2 medidas o la mediana en el caso de realizar la tercera medición.

Referencias

American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Wolters Kluwer.

Arason, A., Andersen, T. E., Holme, I., et al. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci*, 18:40-48.

Askling, C. M., Nilsson, J., y Thorstensson, A. (2010). A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(12), 1798-1803. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1265-3>

Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., Santonja, F. (2012). Reproducibility and concurrent validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young men. *J Strength Cond Res.*, 26(9), 2372-2382. doi:10.1519/JSC.0b013e31823db1e2

Brooks, J. H., Fuller, C. W., Kemp, S. P., et al. (2006). Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.*, 34, 1297-1306.

Boyd, B. S., y Villa, P. S. (2012). Normal inter-limb differences during the straight leg raise neurodynamic test: a cross sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 13(1), 245.

Calatayud, J., Martín, F., Gargallo, P., García-Redondo, J., Colado, J., Marín, P. (2015). The validity and reliability of a new instrumented device for measuring ankle dorsiflexion range of motion. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 197-201.

Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., Santonja, F. (2015). Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Phys Ther Sport.*, 16(2), 107-113. doi:10.1016/j.ptsp.2014.05.004

Cejudo, A. (2022). Description of ROM-SPORT I Battery: Keys to Assess Lower Limb Flexibility. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10747. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710747>

Clapis, P. A., Davis, S. M., Davis, R. O. (2008). Reliability of inclinometer and goniometric measurements of hip extension flexibility using the modified Thomas test. *Physiother Theory Pract.*, 24(2), 135-141. doi: 10.1080/09593980701378256

Connor, S. O., Whyte, E., Moran, K. (2015). Reliability of a modified active knee extension test for assessment of hamstring flexibility. *Int J Athl Ther Train*, 20(4), 32-36.

Gajdosik, R., Lusin, G. (1983). Hamstring muscle tightness. Reliability of an active-knee-extension test. *Phys Ther.*, 63(7), 1085-1090. doi:10.1093/ptj/63.7.1085



Gajdosik, R. L., Rieck, M. A., Sullivan, D. K., Wightman, S. E. (1993). Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 18(5), 614-618. doi:10.2519/jospt.1993.18.5.614

Ferber, R., Kendall, K. D., McElroy, L. (2010). Normative and critical criteria for iliotibial band and iliopsoas muscle flexibility. *J Athl Train.*, 45(4), 344-348. doi:10.4085/1062-6050-45.4.344

Hamid, M. S., Ali, M. R., Yusof, A. (2013). Interrater and Intrarater Reliability of the Active Knee Extension (AKE) Test among Healthy Adults. *J Phys Ther Sci.*, 25(8), 957-961. doi: 10.1589/jpts.25.957

Hattam, P. M., Smeatham, A. (2010). *Special Tests in Musculoskeletal Examination.* Bailliere Tindall.

Hoch, M. C., & McKeon, P. O. (2011). Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Manual Therapy*, 16(5), 516-519. <http://doi.org/10.1016/j.math.2011.02.012>

Holm, I., Bolstad, B., Lütken, T., Ervik, A., Røkkum, M., Steen, H. (2000). Reliability of goniometric measurements and visual estimates of hip ROM in patients with osteoarthritis. *Physiother Res Int.*, 5(4), 241-248. doi:10.1002/pri.204

Jansen, J. (2010). *Longstanding adduction-related groin pain in athletes* [Tesis Doctoral]. [Utrecht]: Universidad de Utrecht.

Kolber, M. J., Hanney, W. J. (2012). The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *Int J Sports Phys Ther.*, 7(3), 306-313.

Kolber, M. J., Vega, F., Widmayer, K., Cheng, M. S. (2011). The reliability and minimal detectable change of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer. *Physiother Theory Pract.*, 27(2), 176-184. doi:10.3109/09593985.2010.481011

Norris, C. M., Matthews, M. (2005). Inter-tester reliability of a self-monitored active knee extension test. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9, 256-259. doi:10.1016/j.jbmt.2005.06.002

Olivencia, O., Godinez, G. M., Dages, J., Duda, C., Kaplan, K., Kolber, M. J. (2020). The reliability and minimal detectable change of the ely and active knee extensión test. *Int J Sports Phys Ther.*, (5), 776-782. doi: 10.26603/ijsp20200776.



Pino-Ortega, J., Hernández-Belmonte, A., Bastida-Castillo, A., (2018). Angular velocity assessment in the active straight leg raise test: Validity and reliability of an inertial device (WIMU PRO™). *14*(2), 1885-7019.

Radwan, A., Bigney, K. A., Buonomo, H. N., et al. (2014). Evaluation of intra-subject difference in hamstring flexibility in patients with low back pain: An exploratory study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* doi: 10.3233/BMR-140490

Roach, S., San Juan, J. G., Suprak, D. N., Lyda, M. (2013). Concurrent validity of digital inclinometer and universal goniometer in assessing passive hip mobility in healthy subjects. *Int J Sports Phys Ther.*, 8(5), 680-688.

Roach, S. M., San Juan, J. G., Suprak, D. N., Lyda, M., Bies, A. J., Boydston, C. R. (2015). Passive hip range of motion is reduced in active subjects with chronic low back pain compared to controls. *Int J Sports Phys Ther.*, 10(1), 13-20.

Romero, C., Calvo, C., Rodríguez, D., Sanz, I., Ruiz, B., López, D. (2017). The concurrent validity and reliability of the Leg Motion system for measuring ankle dorsiflexión range of motion in older adults. *PeerJ.* DOI 10.7717/peerj.2820

Ryan, J., DeBurca, N., Mc Creesh, K. (2014). Risk factors for groin/hip injuries in field-based sports: a systematic review. *Br J Sports Med.*, 48(14), 1089-1096. doi: 10.1136/bjsports-2013-092263

Skarabot, J., Beardsley, Ch., Hons, M. A., Stim, I. (2015). Comparing the effects of selfmyofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 203–212.

Sorensen, C. J., Norton, B. J., Callaghan, J. P., Hwang, C. T., Van Dillen, L.R. (2015). Is lumbar lordosis related to low back pain development during prolonged standing? *Man Ther.*, 20(4), 553-557. doi:10.1016/j.math.2015.01.001

Venturini, C., Ituassú, N., Teixeira, L., Deus, C. (2006). Intrarater and interrater reliability of two methods for measuring the active range of motion for ankle dorsiflexion in healthy subjects. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 10, 407–411. DOI 10.1590/S1413-35552006000400008.

Wakefield, C. B., Halls, A., Difilippo, N., Cottrell, G. T. (2015). Reliability of goniometric and trigonometric techniques for measuring hip-extension range of motion using the modified Thomas test. *J Athl Train.*, 50(5), 460-466. doi:10.4085/1062-6050-50.2.05



Youdas, J. W., McLean, T. J., Krause, D. A., Hollman, J. H. (2009). Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(3), 358–374. DOI 10.1123/jsr.18.3.358.

