

**TESINA**

Presentada para acceder al título de grado de la carrera de

**LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título:**

“Ejercicio nórdico en el tratamiento de lesiones isquiotibiales en jugadores de fútbol “

**Autores:**

Ortuño, Joaquín

Quarantotto, Mariano

**Director:**

Lic. Alfio Aragona

**Fecha de Presentación:**

24 de agosto de 2022

**Firmas de Autores:**



Ortuño, Joaquín



Quarantotto, Mariano

## RESUMEN

**Introducción:** Una distensión de isquiotibiales (HSI) puede causar lesiones graves, movilidad y participación limitada, incluido el tiempo perdido en deportes competitivos. Una HSI puede tener costos financieros significativos en el ámbito profesional. Las altas tasas de reincidencia también son un tema importante, esta representa la lesión muscular más frecuente en el fútbol masculino profesional (aproximadamente un tercio del total de posibles lesiones en el deporte), siendo el subtipo más común (12%). Los datos más actuales revelan que tiene una incidencia anual del 4,4% y esto particularmente preocupa, tomando en cuenta que desde hace muchos años se le ha dado una considerable atención en la literatura. Un aspecto muy importante cuando hablamos de esta lesión es el prolongado período de reposo deportivo que conlleva, limitando la posibilidad de un rendimiento óptimo del equipo y generando grandes complicaciones a las instituciones no sólo deportivas sino también financieras.

**Objetivos:** El objetivo general fue analizar los efectos del ejercicio nórdico sobre las tasas de recurrencias y la gravedad de lesión de isquiotibiales en futbolistas.

**Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos de la literatura científica como PubMed, Cochrane Library, BIREME y Embase, con distintas palabras claves y combinaciones. Se incluyeron en el estudio, investigaciones publicadas entre el año 2002 y 2022 y que utilicen el ejercicio nórdico como tratamiento o combinado con otra modalidad en jugadores de fútbol. Se recolectaron 7 ensayos clínicos en diversos idiomas como, inglés, portugués y español.

**Resultados:** Se ha demostrado que el ejercicio nórdico de isquiotibiales (NHE) es efectivo en la disminución de la recurrencia e incidencia de una nueva lesión en jugadores de fútbol, además se han observado efectos beneficiosos sobre la gravedad de lesión expresada en una disminución de los días fuera de las actividades.

**Conclusión:** Luego de analizar los resultados de los artículos, se ha logrado concluir que a pesar de la efectividad del NHE para abordar la prevención de una nueva lesión, se necesitan más y mejores estudios para determinar la efectividad del NHE en las recurrencias y sobre las propiedades del mismo con respecto a la gravedad de la lesión.

**Palabras claves:** Nordic hamstring exercise, Hamstring Tendons, Lesión de isquiotibiales, Return to sports, Jugadores de fútbol, Recurrence.

## ÍNDICE

I)	<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b><u>4</u></b>
II)	<b><u>OBJETIVOS</u></b>	<b><u>6</u></b>
	<b><u>IV.I Objetivo General</u></b>	<b><u>6</u></b>
	<b><u>IV.II Objetivos Específicos</u></b>	<b><u>6</u></b>
III)	<b><u>JUSTIFICACIÓN</u></b>	<b><u>7</u></b>
IV)	<b><u>PROBLEMÁTICA</u></b>	<b><u>8</u></b>
V)	<b><u>MARCO TEÓRICO</u></b>	<b><u>9</u></b>
	<b><u>V.I Complejo muscular isquiotibiales</u></b>	<b><u>9</u></b>
	<b><u>V. I. a Anatomía</u></b>	<b><u>9</u></b>
	<b><u>V. I. b Biomecánica</u></b>	<b><u>10</u></b>
	<u>V. I. b. I Biomecánica de la carrera</u>	<u>10</u>
	<b><u>V. II. Lesiones musculares</u></b>	<b><u>11</u></b>
	<b><u>V.III. Fisiopatología de los desgarros de los músculos isquiotibiales</u></b>	<b><u>16</u></b>
	<b><u>V.IV Incidencia y Prevalencia</u></b>	<b><u>18</u></b>
	<b><u>V. V. Clasificación</u></b>	<b><u>19</u></b>
	<b><u>V. VI. Diagnóstico y Evaluación</u></b>	<b><u>20</u></b>
	<u>V.VI.I Palpación del área lesionada</u>	<u>20</u>
	<u>V.VI.II Pruebas de rango de movimiento</u>	<u>21</u>
	<u>V.VI.III Pruebas de fuerza</u>	<u>23</u>
	<u>V.VI.IV Escalas funcionales</u>	<u>24</u>
	<u>V.VI.V Exámenes complementarios</u>	<u>25</u>
	<b><u>V. VII. Retorno al deporte</u></b>	<b><u>27</u></b>
	<u>V.VII.I Marco de evaluación estratégica y tolerancia al riesgo</u>	<u>28</u>
	<u>V. VII. II Tasa y tiempo de retorno al deporte</u>	<u>29</u>
	<u>V. VII. III Criterios de retorno al deporte</u>	<u>30</u>
	<u>V. VII. IV Evaluación para el retorno al deporte (Asklin-H test)</u>	<u>30</u>
	<b><u>V. VIII Diagnóstico diferencial</u></b>	<b><u>31</u></b>
	<b><u>V. IX Ejercicio excéntrico</u></b>	<b><u>31</u></b>
	<b><u>V. X Ejercicio nórdico</u></b>	<b><u>32</u></b>

	<u>V.X.I Realización</u>	<u>33</u>
	<u>V.X.II Activación muscular en el ejercicio nórdico</u>	<u>33</u>
	<b><u>V. XI Factores de riesgo</u></b>	<b><u>34</u></b>
	<u>V.XI.I Factores de riesgos extrínsecos e intrínsecos</u>	<u>34</u>
<b>VI)</b>	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b><u>38</u></b>
	<u>VI. I Criterios de inclusión</u>	<u>41</u>
	<u>VI.II Criterios de exclusión</u>	<u>41</u>
<b>VII)</b>	<b><u>ANÁLISIS DE DATOS</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b>VIII)</b>	<b><u>RESULTADOS</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b>IX)</b>	<b><u>DISCUSIÓN</u></b>	<b><u>60</u></b>
<b>X)</b>	<b><u>CONCLUSIÓN</u></b>	<b><u>62</u></b>
<b>XI)</b>	<b><u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b><u>64</u></b>
<b>XII)</b>	<b><u>ANEXOS</u></b>	<b><u>73</u></b>
	<u>XII. I. Escalas funcionales</u>	<u>73</u>
	<u>XII.II. Protocolos propuestos por los autores</u>	<u>74</u>

## I. INTRODUCCIÓN

El grupo muscular isquiotibial consta de 3 músculos ubicados en la región posterior del muslo, los mismos son: Semitendinoso, semimembranoso y el bíceps femoral. Una distensión del tendón de los isquiotibiales (HSI, por sus siglas en inglés) puede causar lesiones graves, movilidad y participación limitada, incluido el tiempo perdido en deportes competitivos.<sup>(1)</sup>

En los deportes profesionales, una HSI puede tener costos financieros significativos y las altas tasas de reincidencia también son un tema importante. <sup>(1)(2)</sup> Las HSI generalmente se clasifican según los músculos afectados, la ubicación anatómica y la gravedad de la lesión.<sup>(1)(3)</sup> También se puede considerar dentro de la clasificación si hay lesiones miofasciales, tendinosas y/o intratendinosas.<sup>(3)</sup> Se han descrito varios mecanismos de lesión en HSI, que generalmente involucran alguna forma de sobrecarga excéntrica y/o hiperextensión de la cadera en flexión y extensión de rodilla.<sup>(4)</sup> Diferentes mecanismos pueden estar asociados con daños únicos y defectos estructurales específicos. Por ejemplo, las lesiones por uso excesivo a menudo ocurren en posiciones alargadas, como al correr a alta velocidad o cuando los isquiotibiales se contraen de manera excéntrica en las caderas y las rodillas y más tarde en la fase de apoyo. <sup>(5)</sup> Esta lesión por uso excesivo generalmente involucra el bíceps femoral y los tejidos entrelazados. Por el contrario, las lesiones por hiper estiramiento ocurren durante movimientos combinados de flexión de cadera y extensión de rodilla, como patear el balón o alcanzar algo del suelo con la rodilla extendida. Esta lesión por sobre estiramiento suele afectar al semimembranoso proximal. <sup>(6)</sup> Las lesiones del tendón de los isquiotibiales proximal o distal ocurren principalmente en estructuras intratendinosas a diferencia de las HSI que se desarrollan en estructuras miofasciales y músculo tendinosas, además son totalmente distintas cuando se habla en términos de morbilidad, mecanismo de lesión, características pato anatómicas, curso clínico y estrategias de tratamiento.<sup>(1)</sup> Si bien el impacto en un individuo con HSI se puede medir de varias maneras, que incluyen, la fuerza, el rango de movimiento (ROM) y el nivel de dolor, el éxito final del proceso de rehabilitación depende de cada individuo, pero siempre se va a orientar su tratamiento hacia restaurar la participación deportiva mientras se previene una nueva lesión. Es importante, por lo tanto, estudiar los tiempos para el retorno al juego (RTS) y las tasas de nuevas lesiones.

Un aspecto importante de esta lesión es el prolongado período de reposo deportivo que conlleva, limitando la posibilidad de un rendimiento óptimo del equipo y

generando grandes complicaciones a las instituciones no sólo deportivas sino también financieras.<sup>(7)</sup>

Por ejemplo, entre 2001 y 2014, la HSI de los futbolistas europeos profesionales masculinos aumentó un 2,3 % durante la competencia y un 4,0 % durante los entrenamientos.<sup>(8)</sup>

Las HSI con frecuencia causan una pérdida significativa de tiempo de competencia, que generalmente varía de 3 a 28 días o más, según la gravedad de la lesión.<sup>(8)</sup>

Las tasas de reincidencia son altas y oscilan entre el 13,9 % y el 63,3 % en los atletas (de atletismo) y fútbol.<sup>(9)</sup> Además, las personas con antecedentes de HSI tienen un riesgo 3,6 veces mayor de sufrir una HSI en el futuro. La alta incidencia de HSI recurrentes puede atribuirse a una rehabilitación inadecuada o a una RTS prematura.<sup>(10)</sup>

Esto tiene sentido, dado que, tener a los mejores jugadores disponibles, mejora la probabilidad de ganar. Además de rendimiento y éxito, las lesiones también llevan consigo un costo financiero relevante. Se ha estimado que un jugador que falta un mes debido a una lesión equivale a un promedio de 500.000€.<sup>(11)</sup>

El ejercicio nórdico de isquiotibiales (NHE) genera aumento de la fuerza excéntrica de los músculos isquiotibiales, realizado mediante el alargamiento del complejo muscular isquiotibial mientras está cargado y contraído, se ha propuesto por lo tanto como un método para prevenir las lesiones de los isquiotibiales. Este ejercicio, que se puede realizar en el campo sin el uso de ningún equipo, se ha demostrado que aumenta la fuerza excéntrica en los músculos isquiotibiales en jugadores de fútbol profesionales masculinos.<sup>(12)</sup>

Sin embargo, se han encontrado resultados contradictorios del efecto del entrenamiento de fuerza excéntrico de los isquiotibiales en los jugadores lesionados.<sup>(13)(14)(15)(16)</sup> Por lo tanto, el propósito de esta investigación, fue analizar a partir de una revisión bibliográfica, los efectos del ejercicio nórdico sobre la tasa de recurrencias y la gravedad de lesión de isquiotibiales en futbolistas.

## **II. OBJETIVOS**

### **II.I Objetivo general**

Analizar a partir de una revisión bibliográfica, los efectos del ejercicio nórdico sobre las tasas de recurrencias y la gravedad de lesión de isquiotibiales en futbolistas.

### **II.II Objetivos específicos**

Analizar la influencia del ejercicio nórdico en la reducción de la tasa de lesiones en jugadores de fútbol.

Estudiar la forma de realización y dosificación del ejercicio nórdico

Describir los factores de riesgo que se asocian con las lesiones de la musculatura isquiotibial.

Identificar si el ejercicio nórdico aumenta su efectividad combinado con otra modalidad de entrenamiento.

### III. JUSTIFICACIÓN

Las HSI representan aproximadamente un tercio de todas las posibles en el deporte (12%). Esto se debe a que, en el fútbol, existen grandes cantidades de carreras intensas y cambios repentinos de dirección. Los datos más recientes revelan una incidencia anual del 4,4 %, lo que es particularmente preocupante.

Un tercio de los desgarros de isquiotibiales reinciden y gran parte de estas re-lesiones ocurren dentro de las dos primeras semanas después del RTS. Además, es particularmente alarmante la observación de que las tasas de recurrencia no han mejorado en los últimos 30 años. Dicha tendencia puede estar relacionada con una combinación de factores, tales como una rehabilitación ineficaz y/o una elección de criterios inadecuados para determinar el RTS siendo este un aspecto importante en la labor del fisioterapeuta.

Dalton et al.<sup>(10)</sup> informaron que el 68,2% de las HSI ocurrieron durante sesiones de entrenamiento en fútbol, masculino y femenino. Se espera que un equipo de fútbol profesional de 25 hombres experimente aproximadamente 7 HSI por temporada. Estas a menudo resultan en una pérdida significativa de tiempo de juego, generalmente de 3 a 28 días o más, dependiendo de la gravedad de la lesión y una alta tasa de recurrencia, que varía del 13,9% al 63,3%.

Un aspecto muy importante cuando se trata de esta lesión es el prolongado descanso deportivo que supone, tanto de los entrenamientos como de los partidos oficiales, lo que limita la capacidad para el rendimiento óptimo del equipo y crea importantes complicaciones para el equipo y para las entidades financieras. Estimando que un jugador que falta un mes debido a una lesión equivale a un promedio de 500.000€.

El estudio de lesiones de la UCL (Liga de campeones UEFA) se ha llevado a cabo durante 11 temporadas, con la participación de 30 clubes de fútbol de primer nivel europeo de 10 países diferentes durante ese tiempo. Los datos mostraron que un equipo de fútbol profesional puede esperar unas 50 lesiones que provocan la pérdida de tiempo de juego cada temporada, lo que equivale a dos lesiones por jugador. Como información de Ekstrand *et al.*<sup>(11)</sup> el impacto de las lesiones en el rendimiento del equipo podría ser considerable cuando, en promedio, el 14 % del equipo no está disponible debido a una lesión en algún momento de la temporada.

Por lo tanto, esta investigación tiene como propósito determinar si la implementación del ejercicio nórdico en un plan de entrenamiento podría mejorar las

variables que intervienen y/o son un factor de riesgo del desarrollo de la lesión de la musculatura isquiotibial en jugadores de fútbol, ya que representa una de las lesiones más comunes en este deporte y genera grandes bajas y pérdidas económicas.

Además, poder establecer la eficacia de dicho entrenamiento a la hora de prevenir lesiones en esta población de estudio y entender así la importancia del rol kinésico a la hora de determinar las pautas de un entrenamiento preventivo.

De esta manera, a partir de esta revisión, reconocer en la realización del ejercicio nórdico qué cambios genera y cómo se puede utilizar para el tratamiento, en qué momento y con qué frecuencia para evitar las recidivas de las lesiones músculo esquelético, dentro del ámbito deportivo.

#### **IV. PROBLEMÁTICA**

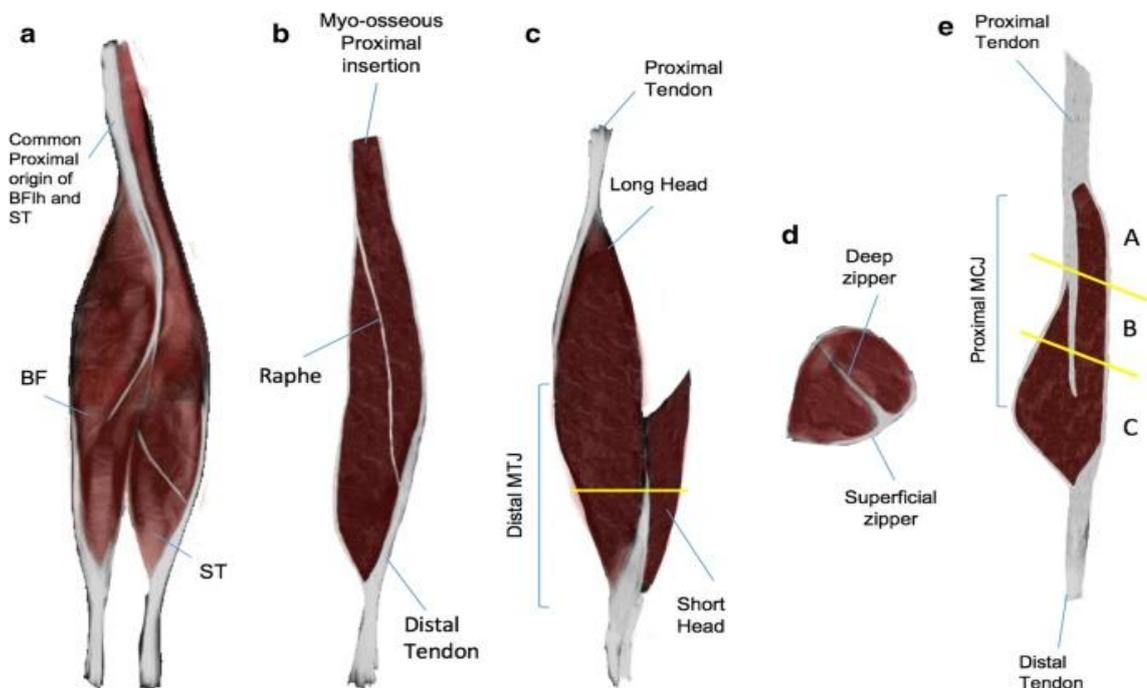
¿Cuáles son los efectos del ejercicio nórdico sobre las tasas de recurrencias y la gravedad de lesión de isquiotibiales en futbolistas?

## V. MARCO TEÓRICO

### V.I Complejo muscular isquiotibiales:

#### V.I.a Anatomía:

Es un grupo muscular muy frecuentemente lesionado y anatómicamente muy complejo con diferentes espesores y distribución de tejido conectivo grueso donde predomina la presencia de fibras musculares unipenadas. El tendón proximal común de los músculos bíceps femoral de cabeza larga (BF/lh) y semitendinoso (ST) se encuentra en la cara posteromedial de la tuberosidad isquiática (inserción tendinosa) (Fig.1 a). Además del origen común, las fibras musculares del ST a menudo se insertan directamente en la tuberosidad isquiática (inserción mio ósea) (Fig. 1 b). Juntos, forman toda la masa muscular de la parte proximal de los isquiotibiales. Desde su origen, el ST crea un tendón conjunto con la BF/lh formando una aponeurosis (cada uno su propia aponeurosis). Conocer estas características particulares ayuda al terapeuta a entender que dependiendo de la localización de la lesión pueden estar comprometidos ambos vientres musculares, o el BF/lh solamente.<sup>(7)</sup>



**FIGURA N°1.** Complejo muscular isquiotibial en diferentes cortes y vistas.  
(12)

La cabeza corta del bíceps femoral (BF/sh) se origina en la cara posterolateral del fémur a lo largo de la línea áspera. Se fusiona con el BF/lh en la parte distal del muslo,

formando una estructura aponeurótica. El tendón distal unido de ambas cabezas se une a la cabeza del peroné.<sup>(7)</sup>

La unión mio tendinosa distal (DMTJ) del bíceps femoral tiene una anatomía multicomponente compleja que origina dos cremalleras (superficial y profunda) cuya ubicación es importante (Fig.1 d) dado que se ha demostrado que tiene un diferente pronóstico, estas lesiones tienen una tasa de recurrencia particularmente alta, incluso con tiempos de rehabilitación prolongados.<sup>(7)</sup>

El semimembranoso (SM) tiene un origen distinto que está separado y anterolateral al origen del tendón común BF/lh - ST. Las fibras musculares se pueden clasificar según su origen en tres secciones (Fig. 1 e): A (las fibras surgen de la parte medial del tendón proximal), B (las fibras surgen de ambas partes, parte medial y lateral del tendón proximal), y C (origen bipenado, las fibras surgen de la unión mio aponeurótica distal). Esta diferenciación es importante para considerar el pronóstico de las lesiones, siendo peor en las secciones B y C.<sup>(7)</sup>

El ST y el SM son inervados por las ramas de la porción tibial del nervio ciático cuyas fibras provienen de L5, S1 y S2, mientras que el BF/lh es inervada por dos ramas de la porción tibial del nervio ciático, fibras provenientes de S1 a S3 y la porción corta es inervada por ramas de la porción peronéa del nervio ciático, fibras provenientes de L5, S1 y S2.<sup>(7)</sup>

### **V.I.b Biomecánica:**

#### **V.I.b.I Biomecánica de la carrera:**

La carrera hacia adelante se compone de un patrón específico que se podría dividir en 4 fases: arranque (desde el punto cero hasta que da el primer paso), aceleración (desde el primer paso hasta que alcanza la velocidad máxima), máxima velocidad (desde que alcanza el máximo desplazamiento en el tiempo hasta que inicia el frenado) y desaceleración (desde que inicia el descenso de la velocidad hasta que se detiene). La zancada es aquella comprendida entre los apoyos de ambas piernas, es decir, la distancia entre 2 fases sucesivas acabadas por la misma pierna, y para su desarrollo se puede definir 3 fases: impulso (fase inicial, en donde el centro de masa se localiza hacia anterior, es en la que se hace el empuje), sustentación (fase de transición donde el centro de masa es vertical) y amortiguación (el centro de masa está hacia posterior, es la fase en la que se realiza el frenado).<sup>(73)</sup>

A mayor velocidad de carrera, en la zancada, la fase de vuelo va a ser más larga y la fase de apoyo más corta, logrando una amplitud de zancada mayor, en otras palabras, a mayor velocidad mayor longitud de zancada. <sup>(73)</sup>

En la biomecánica del fútbol la rodilla de la pierna de apoyo se flexiona 26 ° y permanece así durante toda la duración de la patada, siendo flexionada a 42 ° en contacto con el balón. La flexión de la rodilla continúa por más tiempo del necesario para absorber el impacto del aterrizaje y es una causa del movimiento de avance lento. Se empieza a extender poco antes de ponerse en contacto con el balón estabilizando la acción; la velocidad de contracción lenta de los músculos alrededor de la rodilla y la pierna de apoyo permite que estos músculos generen su fuerza máxima. Muchos estudios han informado una reducción de la velocidad angular y/o lineal de la pierna que patea la bola inmediatamente antes del impacto. Existe una sólida relación entre la velocidad de oscilación del pie y la velocidad resultante de la bola.<sup>(17)</sup>

Esto implica que, para lograr un rendimiento máximo, la energía generada antes del contacto con el balón no debe ser reducida. La naturaleza del balanceo de la pierna observada por muchos en la fase final de patear ha dejado un enigma que ha sido interpretado por algunos como una estrategia de control motor para mejorar la precisión.<sup>(17)</sup>

## **V.II Lesiones musculares:**

Las lesiones musculares deportivas presentan un grupo heterogéneo de trastornos musculares que tradicionalmente han sido difíciles de definir y categorizar. Dado que los músculos existen en muchos tamaños y formas diferentes con una organización funcional y anatómica compleja, el desarrollo de una terminología y clasificación universalmente aplicable es un desafío. Los músculos que se ven afectados con frecuencia en las lesiones suelen ser biarticulares o tienen una arquitectura más compleja, sufren una contracción excéntrica y contienen principalmente fibras musculares tipo 2 de contracción rápida.<sup>(18)</sup>

En el fútbol, el 92% afecta a los cuatro grandes grupos musculares de los miembros inferiores: isquiotibiales 37%, aductores 23%, cuádriceps 19% y pantorrillas 13%.<sup>(18)</sup>

El hecho de que el 16 % de las lesiones musculares en el fútbol de élite sean reincidencias y se asocian con un 30 % más de ausencia de la competición que la lesión

original enfatiza la importancia crítica de la evaluación, el diagnóstico y la terapia correctos del trastorno del músculo.<sup>(18)</sup>

Estructura del sistema de clasificación integral para lesiones musculares deportivas (Tabla 1).<sup>(18)</sup>

A. Lesión/trastorno muscular indirecto	Trastorno muscular funcional	Tipo 1: Trastorno musculares relacionado al sobreesfuerzo	Tipo 1A: Trastorno muscular inducido por fatiga. Tipo 1B: Dolor muscular de aparición tardía (DOMS).
		Tipo 2: Trastorno neuromuscular del músculo	Tipo 2A: Trastorno neuromuscular relacionado con la médula espinal. Tipo 2B: Trastorno neuromuscular relacionado con el músculo.
	Lesión muscular estructural	Tipo 3: Lesión muscular parcial	Tipo 3A: Lesión muscular parcial leve. Tipo 3B: Lesión muscular parcial moderada.
		Tipo 4: Lesión total o subtotal	Lesión completa o subtotal. Avulsión del tendón
B. Lesión muscular directa		Contusión/laceración	

**TABLA 1.** Clasificación de lesiones y trastornos musculares agudos del Consenso de Múnich. Obtenida de MUELLER- WOHLFAHRT HW ET. AL.<sup>(18)</sup>

Trastorno muscular funcional: Trastorno muscular indirecto agudo “sin evidencia macroscópica” (en resonancia magnética o ecografía) de desgarro muscular.<sup>(18)</sup>

Lesión muscular estructural: Cualquier lesión muscular indirecta aguda "con evidencia macroscópica" (en IRM o ecografía) de desgarro muscular.<sup>(18)</sup>

Definiciones y presentación clínica de las lesiones musculares deportivas propuesta por la declaración del Consenso de Múnich (Tabla 2).<sup>(18)</sup>

Tipo	Tejido dañado	Mecanismo de acción	Exploración física	Clínica
1 A	Trastorno muscular inducido por fatiga.	Aumento longitudinal circunscrito del tono muscular (firmeza muscular) debido al sobreesfuerzo,	Firmeza muscular dolorida. Aumenta con la actividad continua. Puede provocar dolor en reposo. Durante o	Dolor sordo, difuso, tolerable en los músculos involucrados, aumento

		cambio de superficie de juego o cambio en los patrones de entrenamiento.	después de la actividad	circunscrito del tono. Reportes de atletas de 'tensión muscular'
1 B	Dolor muscular de aparición tardía (DOMS)	Dolor muscular más generalizado después de movimientos de desaceleración excéntricos y desacostumbrados.	Dolor inflamatorio agudo. Dolor en reposo. Horas después de la actividad	Hinchazón edematosa, músculos rígidos. Rango de movimiento limitado de las articulaciones adyacentes. Dolor a la contracción isométrica. El estiramiento terapéutico conduce al alivio
2 A	Trastorno muscular neuromuscular relacionado con la columna vertebral	Aumento longitudinal circunscrito del tono muscular (firmeza muscular) debido a un trastorno espinal/lumbopélvico o funcional o estructural.	Firmeza muscular dolorida. Aumenta con la actividad continua. Sin dolor en reposo.	Aumento longitudinal circunscrito del tono muscular. Edema discreto entre músculo y fascia. Sensibilidad cutánea

				ocasional, reacción defensiva al estiramiento muscular. dolor de presión
2 B	Trastorno muscular neuromuscular relacionado con los músculos	Área circunscrita (en forma de huso) de aumento del tono muscular (firmeza muscular). Puede deberse a un control neuromuscular disfuncional, como una inhibición recíproca	Adolorimiento, aumentando gradualmente la firmeza y tensión muscular. Dolor tipo calambre	Área circunscrita (en forma de huso) de aumento del tono muscular, hinchazón edematosa. El estiramiento terapéutico conduce al alivio dolor de presión
3A	Desgarro muscular parcial menor	Desgarro con un diámetro máximo inferior al fascículo/haz muscular.	Dolor agudo, similar a una aguja o punzante en el momento de la lesión. El atleta a menudo experimenta un 'chasquido' seguido de un inicio repentino de dolor localizado	Localizado bien delimitado. Probablemente defecto palpable en la estructura de la fibra dentro de una banda muscular firme. Empeoramiento

				nto del dolor inducido por estiramiento
3 B	Desgarro muscular parcial moderado	Desgarro con un diámetro mayor que un fascículo/haz	Dolor punzante, agudo, a menudo lagrimeo perceptible en el momento de la lesión. El atleta a menudo experimenta un 'chasquido' seguido de un inicio repentino de dolor localizado. Posible caída de atleta	Dolor localizado bien delimitado. Defecto palpable en la estructura muscular, a menudo hematoma, lesión de la fascia Empeoramiento del dolor inducido por estiramiento
4	Desgarro muscular (sub)total/avulsión tendinosa	Desgarro que involucra el diámetro muscular subtotal/completo/lesión tendinosa que involucra la unión hueso-tendón	Dolor sordo en el momento de la lesión. Lagrimeo notable. El atleta experimenta un 'chasquido' seguido de un inicio repentino de dolor localizado. A menudo caen.	Gran defecto en el músculo, hematoma, brecha palpable, hematoma, retracción muscular, dolor con el movimiento, pérdida de función, hematoma.

Contusión Lesión Directa	Trauma muscular directo, causado por una fuerza externa contundente. Conduce a un hematoma difuso o circunscrito dentro del músculo que causa dolor y pérdida de movimiento	Dolor sordo en el momento de la lesión, posiblemente aumentando debido al aumento del hematoma. El atleta a menudo informa un mecanismo externo definido	Dolor sordo y difuso, hematoma, dolor al movimiento, hinchazón, disminución del rango de movimiento, sensibilidad a la palpación dependiendo de la gravedad del impacto. El atleta puede continuar con la actividad deportiva en lugar de una lesión estructural indirecta	Cualquier músculo, principalmente el vasto intermedio y el recto femoral
--------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

**Tabla 2.** Clasificación Integral de Lesiones Musculares: Definiciones específicas del tipo y presentaciones clínicas.<sup>(18)</sup>

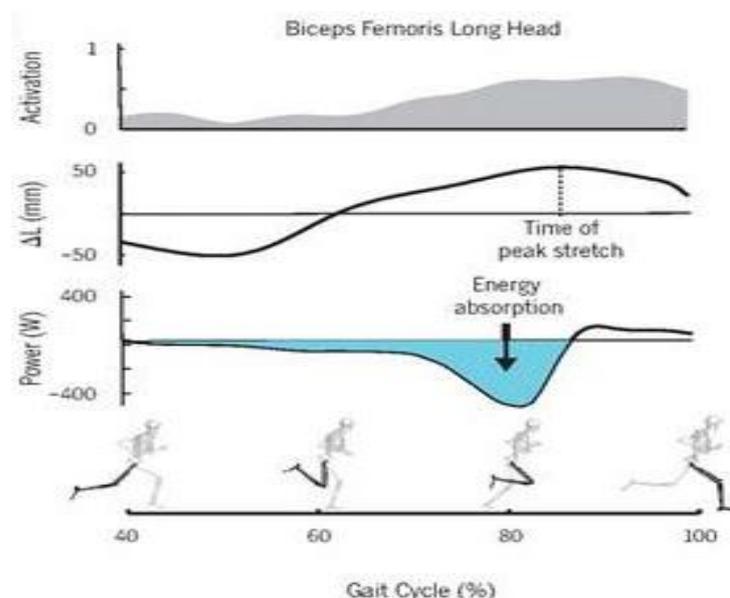
### V.III Fisiopatología de los desgarros de los músculos isquiotibiales

El mecanismo más frecuente, que es de forma indirecta (distensión muscular) es decir, lesiones inducidas por estiramiento causadas por un alargamiento forzado repentino sobre los límites visco elásticos de los músculos que ocurre durante una contracción poderosa (fuerza interior). Estas lesiones suelen localizarse en la unión músculo-tendinosa, ya que estas áreas presentan puntos biomecánicos débiles. Los músculos cuádriceps e isquiotibiales se ven afectados con frecuencia ya que tienen grandes tendones intramusculares o centrales y pueden lesionarse a lo largo de esta interfaz. Teóricamente, un desgarramiento puede ocurrir en cualquier lugar a lo largo de la cadena músculo-tendón-hueso, ya sea de forma aguda o crónica.<sup>(18)</sup>

En el músculo isquiotibial se produce principalmente en la carrera, debido a un cambio intenso y brusco desde una contracción excéntrica máxima a una contracción

concéntrica durante la desaceleración de la extensión de rodilla. Esto se produce en la fase final del balanceo, provocando una elongación de la estructura muscular asociada a una carga y/o contracción, identificando a la unión mio tendinosa o miofascial la región más débil del músculo y más vulnerable a verse afectada.<sup>(7)</sup>

Durante el ciclo de la carrera los isquiotibiales se activan en todo momento con picos de activación en las fases de vuelo y en el inicio del apoyo. Al final de la fase de vuelo se contraen fuertemente mientras se alargan al máximo para desacelerar la extensión de rodilla y la flexión de cadera, representando la fase más peligrosa del ciclo ya que las unidades mio tendinosas (UMT) de los isquiotibiales alcanzan su máxima longitud y es el momento de mayor fuerza de activación. La BF/hl es la que se somete al mayor estiramiento alcanzando para algunos autores entre el 110% y el 112% en posición vertical durante el vuelo final, mientras que el SM y el ST 107% y el 108% respectivamente. Kenneally et al.<sup>(19)</sup> En su estudio determinó al sprint lanzado de gran velocidad (no en los primeros metros puesto que en los 4 pasos iniciales todavía los isquiotibiales no llegaron al 100% de activación) como el principal mecanismo lesional de los isquiotibiales. En el sprint lanzado existe una gran producción de fuerza en la transición de la fase media a la fase final del balanceo (swing-stance transition) punto en el que se suman el máximo estiramiento con una alta tensión en la UMT (Fig. 2). El mecanismo lesional se da mayoritariamente a velocidades promedio superiores a 28,8 km/h. Esto nos hace plantear que un jugador de fútbol está permanentemente en situaciones de riesgo del HSI, debido a que las características de este deporte con cambios de velocidades bruscas en distintas situaciones no pre programadas hacen que permanezca expuesto durante varios momentos del juego.<sup>(19)(20)</sup>.



**FIGURA N°2** En la imagen muestra la gran producción de fuerza durante el cambio de fase media a la fase final del balanceo donde se genera el máximo estiramiento combinado con una alta tensión.<sup>(19)</sup>

#### **V.IV. Incidencias y prevalencias**

Las distensiones de isquiotibiales se observan comúnmente en actividades que implican correr a alta velocidad, saltar, patear y/o movimientos explosivos de la parte inferior del cuerpo con cambios rápidos de dirección. Como resultado, los deportes como el atletismo, el fútbol americano, el fútbol y el rugby tienen el mayor número de lesiones reportadas.<sup>(21)(22)</sup> La incidencia estimada de exposición a HSI por 1.000 horas fue de 0,87hs para deportes sin contacto y de 0,92hs a 0,96hs para deportes de contacto.<sup>(9)</sup> Las estimaciones de incidencia para los futbolistas profesionales europeos oscilan entre 3 y 4,1 partidos por cada 1.000 horas de juego y entre 0,4 y 0,5 veces por cada 1.000 horas de entrenamiento.<sup>(23)</sup> Algunos grupos han informado una mayor incidencia de HSI.

La lesión muscular es la más frecuente en el fútbol masculino profesional dado que representa aproximadamente un tercio del total de todo el abanico de lesiones posibles en este deporte, donde la HSI de diversos grados, es el subtipo más común siendo esta la lesión más prevalente (12%)<sup>(24)</sup>.

El tipo más común de HSI ocurre en el bíceps femoral, donde las fibras musculares se adhieren a la fascia es el músculo más afectado en lesiones y re lesiones, y se asocia con 79% a 84% de las HSI.<sup>(25)</sup> El proceso de curación consta de 3 fases: inflamación, destrucción y regeneración. Mejorar la evaluación de los riesgos de volver a lesionarse y tomar decisiones de tratamientos iniciales son fundamentales en esta clase de

lesiones ya que de las mismas se podrá determinar cuándo los atletas pueden realizar el RTS de manera segura mientras reducen el riesgo de reincidencia.<sup>(26)</sup>

El músculo esquelético consta de fibras musculares lentas (tipo I) y rápidas (tipo II). Se cree que el grupo de músculos isquiotibiales tiene un mayor porcentaje de fibras tipo II que otros grupos de músculos cuádriceps, lo que hace que los músculos sean más susceptibles a las lesiones.<sup>(27)</sup> Sin embargo, las proporciones reales de fibras tipo II pueden variar con la edad y otras diferencias anatómicas individuales.<sup>(8)(28)</sup>

## **V.V Clasificación**

Aunque un examen clínico representa el estándar de oro para diagnosticar una HSI, la evidencia para definir la precisión de este examen es limitada. Un examen clínico tradicionalmente describe un HSI como grado I, II o III, que representa una gravedad que varía desde un daño muscular leve sin pérdida de la integridad estructural hasta un desgarro muscular completo con rotura de fibras. Los siguientes criterios se utilizan para identificar cada grado de lesión.<sup>(29)</sup>

### Grado I (tensión leve)

- Micro desgarro de algunas fibras musculares
- Dolor local de dimensiones menores
- Tirantez y posibles calambres en la parte posterior del muslo
- Ligero dolor con el estiramiento y/o activación muscular
- Rigidez que puede disminuir durante la actividad, pero regresa después de la actividad
- Pérdida mínima de fuerza
- Menos de un déficit de 15° con la prueba AKE

### Grado II (esfuerzo moderado)

- Desgarro moderado de las fibras musculares, pero el músculo sigue intacto
- Dolor local que cubre un área más grande que en una distensión de grado I
- Mayor dolor con el estiramiento y/o activación muscular
- Rigidez, debilidad y posibles hemorragias y hematomas

- Capacidad limitada para caminar, especialmente durante 24 a 48 horas después de la lesión

- Un déficit de 16° a 25° con la prueba AKE

#### Grado III (esfuerzo severo)

- Desgarro completo del músculo.

- Inflamación y sangrado difuso

- Una posible masa palpable de tejido muscular en el lugar del desgarro

- Dificultad extrema o incapacidad para caminar

- Un déficit de 26° a 35° con la prueba AKE

### **V.VI Diagnóstico y Evaluación:**

El diagnóstico clínico temprano y preciso de una HSI es importante para proporcionar el tratamiento adecuado, decidir sobre la RTS y prevenir una nueva lesión. Debido a que las HSI generalmente se diagnostican y clasifican según los hallazgos físicos, los terapeutas deben reconocer tanto las características clínicas como los signos y síntomas asociados con los diferentes grados de lesiones de HSI.<sup>(30)</sup>

#### V.VI.I Palpación del Área Lesionada:

Con el atleta en decúbito prono y las rodillas en extensión completa, el médico puede palpar la parte posterior del muslo para evaluar los defectos en la unidad músculo-tendinosa e identificar el posible lugar de la lesión estableciendo el punto de máxima provocación del dolor. La distancia desde la tuberosidad isquiática hasta el sitio de máxima provocación del dolor por palpación y la longitud total del dolor palpable deben medirse y controlarse durante la rehabilitación. El dolor palpable que está más cerca de la tuberosidad isquiática o de mayor longitud total tiene alguna asociación con una mayor duración de la rehabilitación de HSI.<sup>(23)</sup>

La provocación del dolor con la palpación es útil para identificar la región o el músculo lesionado, así como la presencia o ausencia de un defecto palpable en la unión músculo tendinosa. Identificar el tono, detección de cualquier discontinuidad o 'brecha' en la inserción tendinosa proximal o distal debe hacer sospechar de una ruptura total o no. Es importante la palpación para identificar:<sup>(31)</sup>

- Ubicación y duración y tipo de dolor.

- Alteración/discontinuidad palpable de músculo/tendón.

#### V.VI.II Pruebas de rango de movimiento

El rango de movimiento (ROM) de flexión de cadera y extensión de rodilla debe evaluarse durante el examen clínico para determinar la flexibilidad de los isquiotibiales y la tolerancia al alargamiento muscular. El dolor puede limitar la evaluación precisa de la extensibilidad real de la unidad músculo tendinosa, pero la comparación del ROM con la extremidad contralateral no lesionada aún puede proporcionar una indicación de la gravedad de la HSI. Los déficits entre las extremidades en el ROM de la rodilla y el dolor durante las pruebas de extensión activa de la rodilla son medidas útiles para proporcionar un pronóstico para el RTS y la progresión de la intensidad de la carrera a lo largo de la rehabilitación HSI.<sup>(23)</sup>

El ROM se puede evaluar e identificar con la presencia de dolor, la intensidad del dolor (VAS) además de poder detallar en grados, la amplitud del movimiento con goniómetro/inclinómetro (°). La prueba de extensión activa de rodilla, hace referencia el test de AKE.<sup>(32)</sup>

En un estudio prospectivo de futbolistas australianos, el riesgo de HSI aumentó en un 15 % por cada 1° de aumento en la flexión de la cadera durante la prueba de Thomas modificada. Sin embargo, los profesionales deben ser conscientes de que estas asociaciones a nivel de grupo tienen una capacidad limitada para predecir el HSI a nivel individual.<sup>(33)</sup>

#### Test de AKE

Es un método que permite dilucidar la longitud del músculo flexor de la rodilla, Se realiza con el individuo en decúbito supino, con la cadera y la rodilla flexionadas a 90°; luego, la rodilla se extiende al máximo, ya sea pasiva o activamente, con el tobillo en una posición de paquete abierto. Se puede utilizar un goniómetro o un inclinómetro para medir el déficit de extensión de la rodilla (figura 3). Las comparaciones se hacen con el lado no lesionado. El valor se obtiene en grados.<sup>(34)</sup>

Según el estudio de Smirnova.L et. al.<sup>(35)</sup> las personas con un HSI se clasifican en grados según la falta de AKE completo en comparación con el lado no lesionado. Los individuos con una lesión de grado I tenían menos de 15° de déficit y requirieron 25,9 días de rehabilitación. Aquellos con una lesión de grado II exhibieron un déficit de 16° a 25° y requirieron 30,7 días de rehabilitación. Los atletas con una lesión de grado III demostraron un déficit de 26° a 35° y requirieron 75,0 días de rehabilitación.<sup>(35)</sup>



**FIGURA N°3.** Test de AKE <sup>(30)</sup>

## TOST

Esta prueba es realizada por el propio paciente de pie con los dos zapatos puestos. Le pedimos al paciente que se quitara el zapato del lado afectado con la ayuda



**FIGURA N°4** Prueba de TOST <sup>(30)</sup>

del otro zapato mientras está de pie. Mientras realiza esta maniobra, el retropié del miembro afectado debe presionar el arco longitudinal del otro pie. La extremidad afectada durante la maniobra estaba en rotación externa de aproximadamente 90 grados en la cadera y en flexión de 20 a 25 grados en la rodilla (Figura 4). Cuando la extremidad afectada rota externamente para realizar el TOST, el bíceps femoral queda paralelo a la parte posterior del muslo; en ese punto, la flexión enérgica de la rodilla contrae el músculo bíceps femoral lesionado.

Durante el intento de sacar el zapato por el talón, la sensación de un dolor agudo sobre el área lesionada del bíceps femoral fue considerada una prueba positiva.<sup>(30)</sup>

El TOST tuvo una sensibilidad y especificidad del 100 %, y un valor predictivo positivo y un valor predictivo negativo del 100 % para la lesión del bíceps femoral detectada en la ecografía.

### V.VI.III Pruebas de fuerza

#### Prueba de fuerza isométrica

Es una prueba para determinar las medidas resistivas de la fuerza de flexión de la rodilla con una contracción muscular isométrica, se realiza con el paciente en decúbito prono o supino, el individuo realiza una contracción de flexión de rodilla isométrica contra un HHD (Dinamómetro) que se coloca en la cara posterior de la tibia distal o el talón. (Figura 5) Se registra la fuerza más alta de 3 intentos para cada posición. El nivel de dolor durante la prueba se

puede registrar mediante una escala de diseño visual. Las posiciones de la cadera y la rodilla pueden modificarse para afectar la



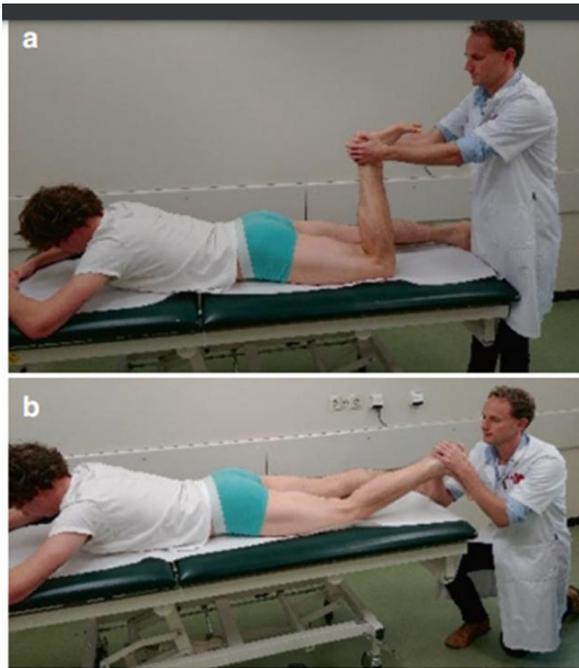
longitud del grupo de músculos isquiotibiales. Las unidades de

**FIGURA N°5.** Prueba de fuerza isométrica <sup>(30)</sup>

medida que se utilizan son Kilogramos o Newton.<sup>(34)</sup>

#### Prueba de fuerza isocinética

Se utiliza para determinar las medidas resistivas de la fuerza de los extensores y flexores de la rodilla, utilizando un dinamómetro isocinético. El individuo está sentado, con la cadera y la rodilla flexionadas a 90°. La tibia distal se fija con un manguito unido a una celda de carga justo proximal a los maléolos. Las correas se utilizan para asegurar el muslo justo proximal a la rodilla. Después de un breve calentamiento, el individuo ejerce una contracción máxima a través de un arco de movimiento tanto para la extensión como para la flexión de la rodilla a velocidades seleccionadas. Las unidades de medidas pueden ser Newton metros, pie-libras o la relación H/Q.



**FIGURA N°6** Prueba de fuerza manual  
(30)

La fuerza se puede medir objetivamente si los practicantes tienen acceso a equipos como un dinamómetro de mano, celdas de carga o plataformas de fuerza. Los profesionales sin acceso a dicho equipo pueden considerar el uso de pruebas musculares manuales para caracterizar subjetivamente la fuerza. (Figura 6)

Dada la naturaleza biarticular del tendón de los isquiotibiales, la fuerza de flexión de la rodilla y extensión de la cadera debe evaluarse con el atleta acostado tanto en decúbito prono como en decúbito supino, idealmente con el

tendón de los isquiotibiales en una posición alargada. La rotación interna y externa de la tibia se puede agregar a las pruebas de fuerza de flexión de la rodilla para diferenciar entre lesión del músculo isquiotibial medial y lateral, respectivamente. La fuerza de la extensión de la cadera se puede evaluar con la rodilla flexionada para identificar otros músculos además del tendón de los isquiotibiales, como el glúteo mayor, que requieren fortalecimiento durante la rehabilitación.<sup>(34)</sup>

#### V.VI.IV Escalas funcionales

##### FASH

La Escala de evaluación funcional para lesiones agudas del tendón de los isquiotibiales es una medida de resultado informada por el paciente, auto administrado, que consta de 10 elementos para evaluar el dolor y la discapacidad (gravedad de los síntomas) de pacientes con lesiones del tendón de los isquiotibiales. Las respuestas de un paciente se reflejan en una calificación numérica de 0 a 10, excepto los ítems 2, 9 y 10, que tienen un sistema de calificación categórica con una distribución específica de los 10 puntos. Para cada ítem, 10 representa el nivel alto/normal de capacidad física y 0 representa la discapacidad total. La puntuación más alta posible es de 100 puntos y la mínima teórica es de 0. Las puntuaciones más bajas se relacionan con más síntomas, su gravedad y discapacidad.<sup>(36)</sup> (Apéndice A)

## VISA-H

El VISA-H es un breve cuestionario específico de la enfermedad que consta de ocho ítems. Seis elementos califican el nivel de dolor en una escala numérica (de 0 a 10) durante diferentes condiciones de carga del tendón. Las dos preguntas finales solicitan información sobre el deterioro del PHT en la participación deportiva utilizando opciones de respuesta categóricas. La puntuación total oscila entre 0 y 100; las puntuaciones más bajas se asocian con síntomas más severos y peor estado funcional del paciente con HTP. <sup>(37)</sup> (Apéndice B)

## V.VI.V Exámenes complementarios

### Radiografía

Mientras que la resonancia magnética y la ecografía son las modalidades ideales para evaluar las lesiones de los isquiotibiales, la radiografía puede tener un papel específico como investigación complementaria si hay sospecha clínica de una avulsión ósea de la unión del tendón proximal a la tuberosidad isquiática. Esto puede ser especialmente importante en atletas jóvenes en los que el cartílago de crecimiento no se ha fusionado (<25 años), ya que un fragmento cortical en la RMN suele tener una señal baja dentro de un tendón retraído de señal igualmente baja, lo que hace más difícil el diagnóstico por RMN de una avulsión ósea. <sup>(30)</sup>

La radiografía también es adecuada para detectar la calcificación en la miositis osificante. La radiografía no es útil para el diagnóstico de una lesión muscular aguda. <sup>(30)</sup>

### Ecografía

La ecografía de las lesiones musculares agudas es rápida y barata y permite la evaluación dinámica de las lesiones musculares de los isquiotibiales. Por lo tanto, ofrece algunas ventajas sobre la RM y puede utilizarse como alternativa o complemento del diagnóstico. <sup>(38)</sup>

La ecografía también puede utilizarse en el seguimiento para evaluar la reabsorción del hematoma o ayudar a la aspiración y en la detección precoz de la calcificación, aunque ésta es menos frecuente que la miositis tras una lesión muscular en el cuádriceps. La ecografía también sirve de base para un sistema limitado, pero ampliamente utilizado, para describir las lesiones musculares de grado 1 a 3. <sup>(38)</sup>

Los hallazgos ultrasonográficos no se han asociado con el tiempo hasta la RTS. <sup>(38)</sup>

Existen algunas limitaciones con la ultrasonografía como alternativa a la RM. La ecografía depende del operador y puede ser más difícil detectar el edema muscular que en la RM. Un estudio sobre lesiones en la pantorrilla demostró que la ultrasonografía era mucho menos sensible que la RM en la detección y el diagnóstico de lesiones musculares.<sup>(38)</sup>

La evaluación de la lesión intramuscular del tendón, incluida la retracción del tendón dentro de un hematoma, también puede ser un reto a través de la ecografía. Por ello tanto las lesiones pequeñas como las del tendón intramuscular pueden pasarse por alto si la ultrasonografía es la única modalidad de imagen realizada. Por lo tanto la RM puede ser importante para ciertos grupos de atletas.<sup>(39)</sup>

### Resonancia magnética

La resonancia magnética es ideal para complementar la evaluación clínica de las lesiones musculares de los isquiotibiales debido a su alta sensibilidad para detectar el edema muscular y lesiones intratendinosas. Puede proporcionar una evaluación objetiva del tendón intramuscular y extramuscular del isquiotibial y proporcionar información sobre la unidad completa músculo-tendón-hueso y el diagnóstico diferencial.<sup>(30)</sup>

Recientemente se ha observado también que el aspecto de la RM no cambia en los primeros 7 días después de una lesión muscular, lo que indica que las imágenes pueden realizarse en cualquier día dentro de la primera semana de la lesión.<sup>(30)</sup>

Más allá de los exámenes clínicos subjetivos y físicos, RMN puede usarse para confirmar el diagnóstico de HSI mediante la identificación de la ubicación y el alcance del daño tisular, en aquellos con sospecha de HSI de grado III.<sup>(32)</sup>

Se han propuesto varios sistemas de clasificación de lesiones musculares basados en resonancia magnética y se han aplicado a HSI para proporcionar el pronóstico de RTS. La RTS prolongada después de la HSI puede ocurrir cuando las exploraciones de RM muestran signos de daño tisular en comparación con ningún daño o si el tendón proximal está interrumpido en comparación con intacto.<sup>(32)</sup>

Sin embargo, una clasificación o calificación más detallada de la HSI basada en los hallazgos de la resonancia magnética parece ofrecer un valor pronóstico insignificante más allá del examen clínico de rutina.<sup>(32)</sup>

Una recomendación emergente es que la rehabilitación HSI debe ser más conservadora cuando la RM revela rotura del tendón intramuscular, que originalmente

se basó en observaciones retrospectivas de RTS prolongado y mayores tasas de recurrencia con este diagnóstico. <sup>(40)</sup>

Un trabajo prospectivo más reciente ha demostrado que cuando la rehabilitación está informada por el diagnóstico de resonancia magnética, las tasas de recurrencia pueden mantenerse bajas de manera similar en todos los tipos de HSI, pero el tiempo de RTS se prolonga al menos 2 semanas en atletas con disrupción del tendón intramuscular. <sup>(40)</sup>

Algo que resulta relevante a la hora de hablar de RM y recurrencias es un parámetro que se identificó como predictivo de riesgo de sufrir una re-lesión en la misma temporada de juego, la presencia de una lesión >60mm evaluada por RM aumenta notablemente el riesgo de sufrir una re-lesión, por lo tanto, es imprescindible tener este parámetro en cuenta a la hora de evaluar el RTS del jugador. <sup>(40)</sup>

### **V.VII Retorno al deporte (RTS)**

A lo largo de los años se han realizado numerosas investigaciones sobre el RTS luego de una lesión de isquiotibiales, algunos autores hablan de "alcanzar el nivel previo a la lesión" y "actividad completa" para definir el RTS. También se definió en algunos casos sobre la base de la información médica, por ejemplo: "ausencia de síntomas en la pierna lesionada", "autorización del personal médico" y "finalización de un programa de rehabilitación". Esta gran heterogeneidad entre las definiciones dificulta la comparación entre los resultados de los estudios y enfatizó la necesidad de una definición clara de RTS. <sup>(41)</sup>

Por lo que un panel de expertos en el año 2017 definió al RTS luego de una lesión de isquiotibiales como el momento en que un jugador ha recibido autorización médica basada en criterios. <sup>(42)</sup>

El RTS puede considerarse como un continuo, paralelo al tratamiento kinésico, y no simplemente como una decisión tomada de manera aislada al final del proceso de recuperación y rehabilitación. Considerando al RTS como un continuo, se definen tres elementos (Figura 7), que enfatizan una progresión gradual basada en criterios, aplicable a cualquier deporte y alineada con los objetivos de RTS. <sup>(42)</sup>

1. Retorno al juego: El deportista puede estar participando en la rehabilitación, en el entrenamiento (modificado o sin restricciones) o en un deporte, pero a un nivel más bajo que su objetivo para su vuelta a la

competencia. El sujeto se encuentra físicamente activo, pero aún no está "listo" (médica, física y/o psicológicamente) para su vuelta al campo. Es posible entrenar para su rendimiento, pero esto no significa automáticamente su RTS.

2. Retorno al deporte: El individuo ha regresado a su deporte definido, pero no está demostrando un nivel de desempeño deseado. Algunos deportistas pueden estar satisfechos con alcanzar esta etapa, y esto puede representar un RTS exitoso para esa persona.
3. Retorno al rendimiento: Amplía el criterio de retorno al deporte. El sujeto ha regresado gradualmente a su actividad definida y se está desempeñando al nivel anterior a la lesión o por encima de él. Para algunos individuos, esta etapa puede caracterizarse por el mejor rendimiento y/o crecimiento personal.

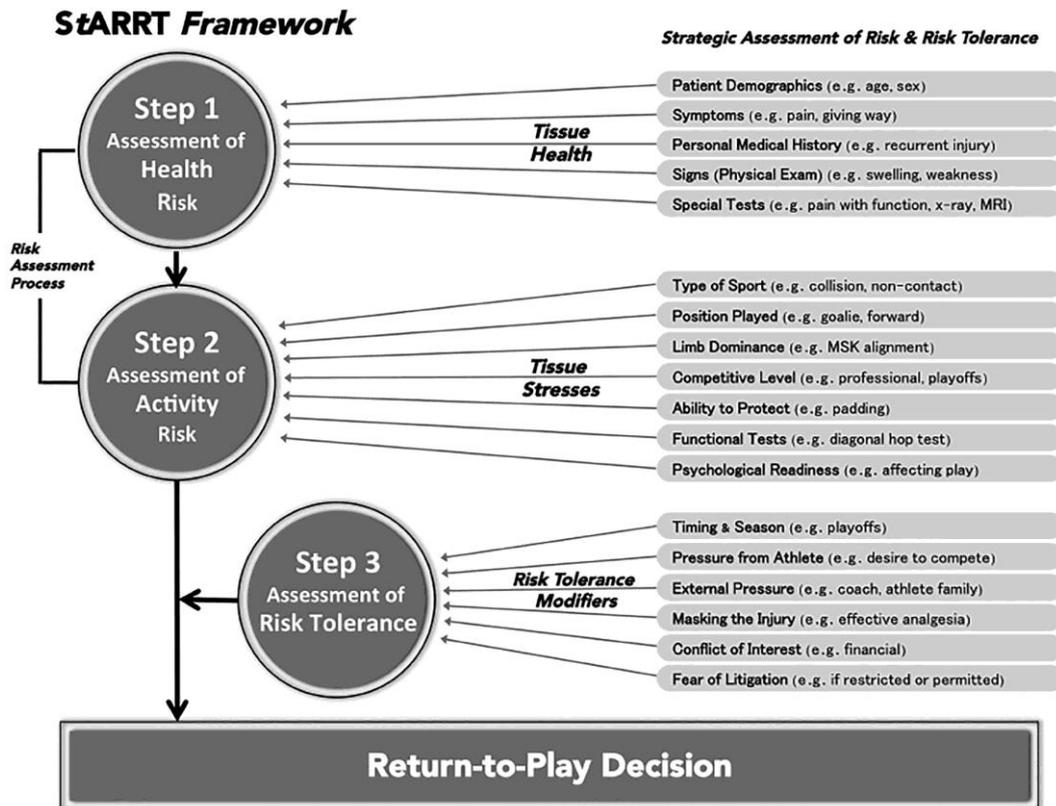


**Figuran N°7.** Los tres elementos de la continuidad del retorno al deporte (RTS).<sup>(42)</sup>

#### V.VII.I El marco de Evaluación Estratégica de Riesgo y Tolerancia al Riesgo (StARRT), que guía la decisión de RTS

El modelo de Evaluación Estratégica de Riesgo y Tolerancia al Riesgo (StARRT) es un modelo de tres pasos que ayuda a estimar los riesgos de diferentes resultados a corto y largo plazo asociados con RTS, y los factores que pueden afectar lo que debería considerarse un riesgo aceptable dentro de un contexto particular ( Figura 8).<sup>(41)</sup>

El paso 1 (salud del tejido) del marco StARRT sintetiza información relevante sobre la carga (estrés) que el tejido puede absorber antes de lesionarse. El paso 2 (tensiones del tejido) sintetiza información relevante para la carga acumulada esperada (tensión) en el tejido. El paso 3 (modificadores de tolerancia al riesgo) sintetiza la información relevante para los factores contextuales que influyen en la tolerancia al riesgo del responsable de la toma de decisiones de RTS.<sup>(41)</sup>



**Figura N°8.** Marco de Evaluación Estratégica de Riesgo y Tolerancia al Riesgo (StARRT) para las decisiones de regreso al juego. Los atletas deben ser autorizados a RTS cuando la evaluación de riesgos (pasos 1 y 2) está por debajo del umbral de tolerancia al riesgo aceptable (paso 3), y no autorizados a RTS si la evaluación de riesgos está por encima del umbral de tolerancia al riesgo.<sup>(40)</sup>

#### V.VII.II Tasa y tiempo al deporte

El tiempo hasta el RTS después de las lesiones agudas de los isquiotibiales varía sustancialmente, desde un promedio de 11,3 días a 50 semanas. Entre los futbolistas profesionales, el tiempo medio de baja fue de 18±19 y 19±17 días.

Después de la reparación quirúrgica después de roturas totales de isquiotibiales proximales, generalmente se permite RTS después de 6 a 9 meses.<sup>(42)</sup>

### V.VII.III Criterios para el retorno al deporte

En ausencia de criterios RTS objetivos validados, se han sugerido varios criterios diferentes:<sup>(42)</sup>

- Evaluación clínica sin dolor
- Rango mínimo de movimiento y/o déficit de fuerza
- Rendimiento de salto simétrico
- Éxito finalización de un programa de rehabilitación progresiva y pruebas de campo funcionales específicas del deporte
- Velocidad de carrera alcanzada antes de la lesión
- Ausencia de aprensiones durante movimientos de esfuerzo completo específicos del deporte o carreras de velocidad completa,
- Prueba balística de isquiotibiales (prueba H de Askling).

### V.VII.IV Evaluación para el retorno al deporte (Askling H-test)



**Figura N°9.** Askling H- test <sup>(30)</sup>

El terapeuta flexiona pasivamente la cadera, con la rodilla extendida, según la tolerancia del individuo. Luego, el individuo realiza 3 SLR lo más rápido y alto posible hasta el punto de no volver a lesionarse. El examinador registra el valor más alto de los 3 intentos.(Figura 9)<sup>(30)</sup>

Con base en la evidencia actual, los terapeutas que pueden derivar a los pacientes para una resonancia magnética pueden proporcionar un pronóstico más preciso para el RTS.<sup>(43)</sup>

## **V.VIII Diagnóstico diferencial**

El diagnóstico diferencial para aquellos con síntomas principalmente proximales o distales del muslo posterior puede necesitar incluir patologías de cadera y rodilla, así como lesiones tendinosas aisladas, apófisis y fracturas por avulsión. Específicamente, para aquellos con síntomas en la parte posterior del muslo, el diagnóstico diferencial incluye lo siguiente:<sup>(44)</sup>

- Radiculopatía lumbar
- Disfunción sacro ilíaca
- Síndrome glúteo profundo con atrapamiento de nervios
- Síndrome del túnel isquiático
- Distensión del músculo aductor
- Contusión
- Síndrome compartimental
- Trombosis

## **V.IX. Ejercicio excéntrico**

La efectividad del entrenamiento excéntrico puede explicarse principalmente por el hecho de que este tipo de intervención reproduce el mecanismo lesional de estas lesiones y mejora muchos de los factores de riesgo que llevan a sufrir dichas lesiones.<sup>(43)</sup>

El entrenamiento mediante la contracción excéntrica produce un incremento de la fuerza y de la masa muscular de los isquiotibiales, así como un aumento de su flexibilidad y de la longitud de sus fascículos, entre otras muchas propiedades. Además, provoca un desplazamiento de la longitud óptima de los isquiotibiales hacia longitudes más largas; es decir, disminuye el ángulo de flexión de la rodilla en el cual tiene lugar el torque máximo de estos músculos. Esto permite que los isquiotibiales produzcan una fuerza máxima desde longitudes musculares mayores sin sufrir un sobre estiramiento y con el mínimo gasto de energía.<sup>(44)</sup>

Un inconveniente del ejercicio excéntrico es el dolor muscular de aparición tardía asociado, del inglés “delayed-onset muscle soreness (DOMS)”, el cual aparece normalmente 24 horas después del ejercicio.<sup>(44)</sup>

## V.X. Ejercicio nórdico

El ejercicio nórdico para los isquiotibiales, del inglés “nordic hamstring exercise (NHE)”, también conocido como curl nórdico de isquiotibiales, es el ejercicio más comúnmente empleado en la literatura científica<sup>(45)(12)(46)(47)</sup> para prevenir las lesiones de esta musculatura.

Se trata de un ejercicio que puede ser clasificado tanto de cadena cinética abierta como de cadena cinética cerrada, con una primera fase excéntrica y una segunda fase concéntrica.<sup>(45)</sup>

En una primera fase excéntrica, analizando desde la posición inicial hacia el descenso hasta llegar al piso, se podría afirmar que el ejercicio nórdico es de tipo CCA pero que luego, analizándolo en una segunda fase, en donde el deportista ejerce una fuerza de tipo concéntrica, pasaría a ser de tipo CCC (siempre y cuando las manos toquen el piso) ya que el mismo es sumamente difícil y peligroso realizarlo sin ese apoyo.<sup>(45)</sup>

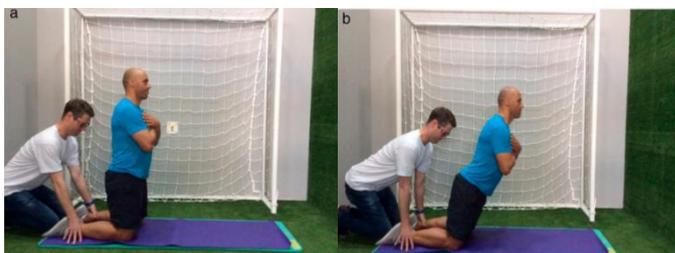
El NHE podría también considerarse un ejercicio concéntrico cuando su segunda fase del movimiento se haga de forma activa, pero el objetivo general del NHE es detener la caída hacia adelante durante el mayor tiempo posible utilizando los isquiotibiales dándole la mayor importancia a la fase excéntrica y así menos importancia a la fase concéntrica.<sup>(48)</sup>

Los estudios analizados utilizan los brazos y las manos para amortiguar la caída, dejar que el pecho toque la superficie y luego volver inmediatamente a la posición inicial empujando con las manos para minimizar la carga en la fase concéntrica.<sup>(13)</sup>

Además, el NHE es un ejercicio que tiene la ventaja de poder realizarse en el propio campo o cancha de entrenamiento y sin ningún tipo de equipamiento adicional.<sup>(23)</sup>

### V.X.I Realización

La realización del ejercicio nórdico es en pareja, el jugador intenta resistir un movimiento de caída hacia delante utilizando sus isquiotibiales para maximizar la carga



**Figura N°10** Ejercicio nórdico: (a) atleta en posición inicial de rodillas, (b) atleta realiza el movimiento de inclinación del tronco hacia el suelo lo más lentamente posible, con contracción excéntrica de los isquiotibiales.<sup>(10)</sup>

en la fase excéntrica. Se le pide al jugador que mantenga sus caderas fijas en una posición ligeramente flexionada durante todo el rango de movimiento, y que frene la caída hacia delante durante el mayor tiempo posible utilizando sus isquiotibiales, y que intente mantener la tensión incluso después de tener que "soltarse". Al

finalizar el recorrido se utilizan los brazos y las manos para amortiguar la caída, por último, el pecho toca con la superficie y desde allí se vuelve a la posición inicial empujando con fuerza con las manos para minimizar la carga en la fase concéntrica. (Figura 10) <sup>(6)</sup>

### V.X.II Activación muscular en el ejercicio nórdico

Guruhan et al.<sup>(49)</sup> realizó un estudio en el cual compara la activación de los músculos isquiotibiales en diferentes ejercicios (NHE, peso muerto unilateral y bilateral y elevación de cadera en pelota) y obtiene como resultado favorable estadísticamente que el ejercicio nórdico tuvo mayor activación para los músculos BF, ST y SM.

Cuando el tipo de ejercicio y la interacción muscular fueron examinados, se encontró que la activación de SM era significativamente menor que la de BF y ST durante el NHE.<sup>(49)</sup>

Bourne et al. <sup>(50)</sup> examinaron los niveles de activación muscular del tendón del isquiotibial medial (MH) y BF usando EMG durante los 10 ejercicios más comúnmente utilizados para el tendón de los isquiotibiales: revelaron que la relación BF/MH fue significativamente mayor en la extensión de cadera de 45° que en el nórdico.

Cambio porcentual en el tiempo de relajación después del ejercicio nórdico de isquiotibiales (medido por resonancia magnética): Los análisis mostraron que los cambios de T2 inducidos por el ejercicio dentro del semitendinoso fueron significativamente mayores que los observados para la cabeza larga y corta del BF y

semimembranoso. Además, el aumento de T2 observado para la cabeza corta del BF fue significativamente mayor que para la cabeza larga y semimembranoso, no se observó diferencia entre los músculos cabeza larga BF y semimembranoso. Este estudio concluye que la mayor activación que provoca el ejercicio nórdico en los isquiotibiales es en el Semitendinoso y que el BF fue fuertemente activo también (siendo el ejercicio que más lo activo del estudio).<sup>(50)</sup>

## **V.XI Factores de riesgo**

En el deporte en general y sobre todo en el fútbol profesional y de élite, existen factores de riesgo (FR) intrínsecos y extrínsecos que a su vez pueden sub-clasificarse en modificables y no modificables, y la interacción entre ellos, puede originar el camino hacia la lesión del deportista. Los FR intrínsecos, es decir, los propios de la persona, son los que van a predisponer la lesión, y si a esto le agregamos la exposición a los FR extrínsecos, que son externos al atleta y específicos del entorno, pueden volverlo incluso aún más susceptible.

Debido a esto, es muy importante conocer las causas que puedan originar el comienzo de una lesión, la cual estará determinada por la sumatoria de estos FR y su acción recíproca, que dejarán expuesto al deportista a lesionarse en algún momento dado.<sup>(46)</sup>

Teniendo en cuenta el nivel actual de incidencia de HSI en el fútbol, se vuelve vital para los clubes profesionales y sobre todo de élite, la implementación de planes preventivos cada vez más eficientes. Para ello, el desafío es conocer cuáles serán los FR más relevantes de esta lesión y relacionarlos con el deporte específico de estudio, en este caso, el fútbol.<sup>(23)</sup>

### V.XI.I Factores de riesgos extrínsecos e intrínsecos

#### EDAD

La edad es un factor de riesgo no modificable. La mayoría de los artículos<sup>(24)</sup><sup>(51)</sup> hablan de que con el aumento de la edad de los futbolistas activos, el riesgo de sufrir una lesión de isquiotibiales (HSI) se incrementa. Este aumento del riesgo se comienza a dar a partir de los 23 años independientemente si sufrió o no HSI. Se sospecha que la reducción de la sección transversal fisiológica y cambios en la estructura muscular

(reducción de fibras tipo II) en este tipo de músculos de predominancia de fibras rápidas podría explicar esta relación de incremento de edad con riesgo lesional. <sup>(52)</sup>

### LESIÓN PREVIA

La lesión previa (temporada anterior) de isquiotibiales fue identificada como uno de los principales factores de riesgo, con un aumento hasta 3 o 6 veces (para volver a lesionarse).<sup>(2) (53)</sup> También se demostró que contener una lesión previa de otros grupos musculares como el cuádriceps o el tríceps sural, también aumenta el riesgo de una lesión de isquiotibiales.<sup>(53)</sup>

En cuanto a la forma de la aponeurosis (volumen, longitud y ancho) de BF/hl de los jugadores de fútbol profesionales comparados con los jugadores que no tuvieron lesión previa, no encontraron diferencias significativas en los parámetros de longitud y ancho con y sin lesión previa, pero sí encontraron en el volumen, de los que tuvieron lesión previa en el muslo izquierdo, que se encontraba aumentado. Gracias a este estudio<sup>(54)</sup> podemos decir que tener un mayor volumen de aponeurosis puede favorecer a la rigidez perdiendo elasticidad y aumentando el estrés interno de la BF/hl durante la contracción.

### MIEMBRO/PIERNA DOMINANTE

Los desequilibrios musculares que surgen por la preferencia de utilizar más un miembro que otro para el gesto deportivo, podrían conducir a una mayor tasa de HSI, ya que es común encontrar alterada la relación de fuerzas entre la pierna dominante y la no dominante en los jugadores de fútbol.<sup>(55)</sup> Por otra parte, en un estudio decidieron analizar la relación de la dominancia de un miembro del gesto deportivo en las lesiones musculares y encontraron que un aumento significativo de HSI se dio en la pierna dominante en comparación con la no dominante.<sup>(56)</sup>

### CONGESTIÓN DEL FIXTURE Y FATIGA

Los intensos entrenamientos que llevan a cabo los jugadores de fútbol, tanto en la práctica como durante la competencia son actualmente motivo de estudio de FR de posibles lesiones sin contacto.<sup>(57)</sup>

Hay aumento de HSI en jugadores de fútbol cuando disputaron partidos de competencia con pequeños períodos de recuperación, entre juegos contiguos.<sup>(58)</sup> Haciendo referencia a estas lesiones, el mayor riesgo de padecerla es específicamente en los últimos 15 minutos de juego, del segundo partido jugado consecutivamente con un descanso de  $\leq$  a 3 días ( $\leq$  a 72 hs) desde que finalizó el primer partido. Sumado a esto, resultó ser un FR altamente significativo jugar un tercer partido de forma consecutiva en un ciclo de descanso  $\leq$  a 4 días ( $\leq$  a 96 hs).<sup>(59)</sup>

Las consecuencias que tiene para los futbolistas profesionales la fatiga producida hacia los finales de cada tiempo de un partido, originada por la gran demanda de carga y que termina ocasionando alteraciones en los movimientos habituales del deportista, con la pérdida de la funcionalidad del ratio de fuerza H:Q y con otros desequilibrios musculares (16,8% de reducción del torque de los isquiotibiales).<sup>(60)</sup>

Hay que destacar también que el riesgo de sufrir un HSI, fue significativamente mayor en los sprint ejecutados durante los partidos de competencia en comparación a los realizados a lo largo de la pretemporada y que la HSI ocurre principalmente mientras se ejecutan acciones con altos volúmenes de sprint de gran intensidad.<sup>(53)</sup>

### DESEQUILIBRIOS DE FUERZA

La asimetría bilateral de la fuerza isocinética excéntrica de los isquiotibiales mayores al 15% puede aumentar el riesgo de HSI en los jugadores de fútbol profesionales provocando efectos negativos en la biomecánica de carrera, sobre todo en la transición de la fase media a la fase final del balanceo. Se debería evaluar la fuerza periódicamente y analizar cualquier alteración asociada con asimetrías bilaterales de los IS, así como observar si el trabajo de este grupo de músculos durante la carrera se ve afectado como consecuencia de estos desequilibrios.<sup>(55) (61)</sup>

Niveles pobres de fuerza excéntrica de la musculatura isquiotibial y ratios bajos de fuerza H: Q (clínicamente significativos) también incrementaron la tasa de HSI. <sup>(2)</sup>

### ROL DEL CORE EN EL HSI

Con respecto al funcionamiento del CORE (musculatura glútea y del tronco), el control muscular postural óptimo de la musculatura proximal, es clave para reducir el riesgo de lesión. Tanto la actividad muscular glútea y del tronco se activan durante la fase de vuelo en acciones de sprint de alta intensidad, logrando disminuir el riesgo entre

un 6-20% solamente aumentando el 10% de la actividad muscular normal del CORE durante la fase de vuelo en los sprint lanzados.<sup>(62)</sup>

Los mismos autores evaluaron la cinemática de la carrera de jugadores de fútbol profesionales para detectar prospectivamente el riesgo de sufrir HSI asociada, encontrando diferencias biomecánicas significativas en la cinemática del tronco y de la pelvis de los que posteriormente sufrieron HSI y de los que no. La HSI fue asociada a una significativa inclinación anterior de la pelvis y a una mayor flexión lateral torácica durante la aceleración en la fase de vuelo. La cinemática de la cadera, rodilla y tobillo presentaron una asociación prospectiva con la ocurrencia de HSI.<sup>(62)</sup>

## FLEXIBILIDAD Y ROM

Tanto la flexibilidad del complejo isquiotibial, como el ROM óptimo del tobillo son componentes que influyen en la flexibilidad general de la extremidad inferior, aportando las condiciones necesarias para la correcta función neuromuscular y por lo tanto, una adecuada dorsiflexión de tobillo es necesaria para una carrera eficiente.<sup>(63)</sup>

Una movilidad disminuida del tobillo modificaría la posición del pie en el aterrizaje durante el sprint, reduciendo la producción de fuerza horizontal. Un déficit de movilidad en la dorsiflexión de tobillo puede elevar el trabajo requerido por los IS, aumentando así el riesgo de lesionarlos.<sup>(63)</sup>

Los déficits en la flexibilidad activa y pasiva de los isquiotibiales junto a la disminución del ROM de la dorsiflexión de tobillo, son FR significativos de HSI, pero con poca implicancia clínica.<sup>(64)</sup>

Cabe destacar el rol que cumple el acortamiento de la arquitectura de la BF/hl y a la disminución fuerza excéntrica de la rodilla, desarrollando un aumento en la susceptibilidad del músculo al daño y a predisponer al futbolista al riesgo de una futura HSI ya que no estará preparado en el sobre estiramiento de la fase final de la carrera en las acciones de alta velocidad.<sup>(65)</sup> Estos mismos autores evaluaron la interrelación que existe entre estos 2 FR modificables (longitud fascicular de la BF/hl y fuerza excéntrica isquiotibial) con otros 2 FR no modificables (edad y lesión previa). Los resultados de este estudio arrojaron, que un jugador de edad avanzada (> a 28 años) con valores altos de fuerza excéntrica isquiotibial y/o fascículos largos (> a 10 cm) de la BF/hl presentan un bajo riesgo de padecer HSI. Por lo tanto, los resultados obtenidos de este artículo proveen un nuevo enfoque para la construcción del perfil de un futbolista en riesgo de sufrir un HSI, interpretando que jugadores de edad avanzada (> 28 años)

con lesión previa isquiotibial, podrían ver mitigadas las posibilidades de una futura HSI con mayores niveles de fuerza excéntrica y aumentando la longitud de los fascículos de la BF/hl con ejercicios específicos.<sup>(65)</sup>

“Debemos pensar en la HSI como un evento multifactorial. En la HSI es la combinación de información de varios FR modificables y no modificables lo que podría conducir al desarrollo de un modelo preventivo más robusto con una capacidad predictiva mejorada.”

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### Métodos

Por medio de una revisión bibliográfica, se realizó una búsqueda con el fin de encontrar estudios científicos con el fin de analizar la utilización del ejercicio nórdico como tratamiento de las lesiones de isquiotibiales en futbolistas.

Los datos se han recogido de PubMed, Cochrane Library, BIREME y Embase.

Se incluyeron en el estudio aquellas investigaciones publicadas entre el año 2005 y 2022 que correspondan a ECA y que utilicen el ejercicio nórdico como tratamiento o combinado con otra modalidad en jugadores de fútbol en diversos idiomas como, inglés, portugués y español.

Fueron excluidos aquellas investigaciones que no eran ECA, tampoco fueron utilizados los que no utilicen al ejercicio nórdico como tratamiento y por último a los que su población de estudio no eran futbolistas.

El estudio será de revisión bibliográfica, los objetivos propuestos, serán identificados a través del cambio que genera el ejercicio nórdico en la rehabilitación de lesiones isquiotibiales en futbolistas y cómo repercute en la prevención de lesiones.

Revisión de la literatura: estrategia de búsqueda bibliográfica:

<b>Palabras claves</b>		
DeCs	MeSh	Término libre
	“Hamstring Injury”	“lesión de Isquiotibiales”
“Isquiotibiales”	“Hamstring muscles”	“músculos isquiotibiales”
	“Recurrence”	“Recurrencias de lesiones”

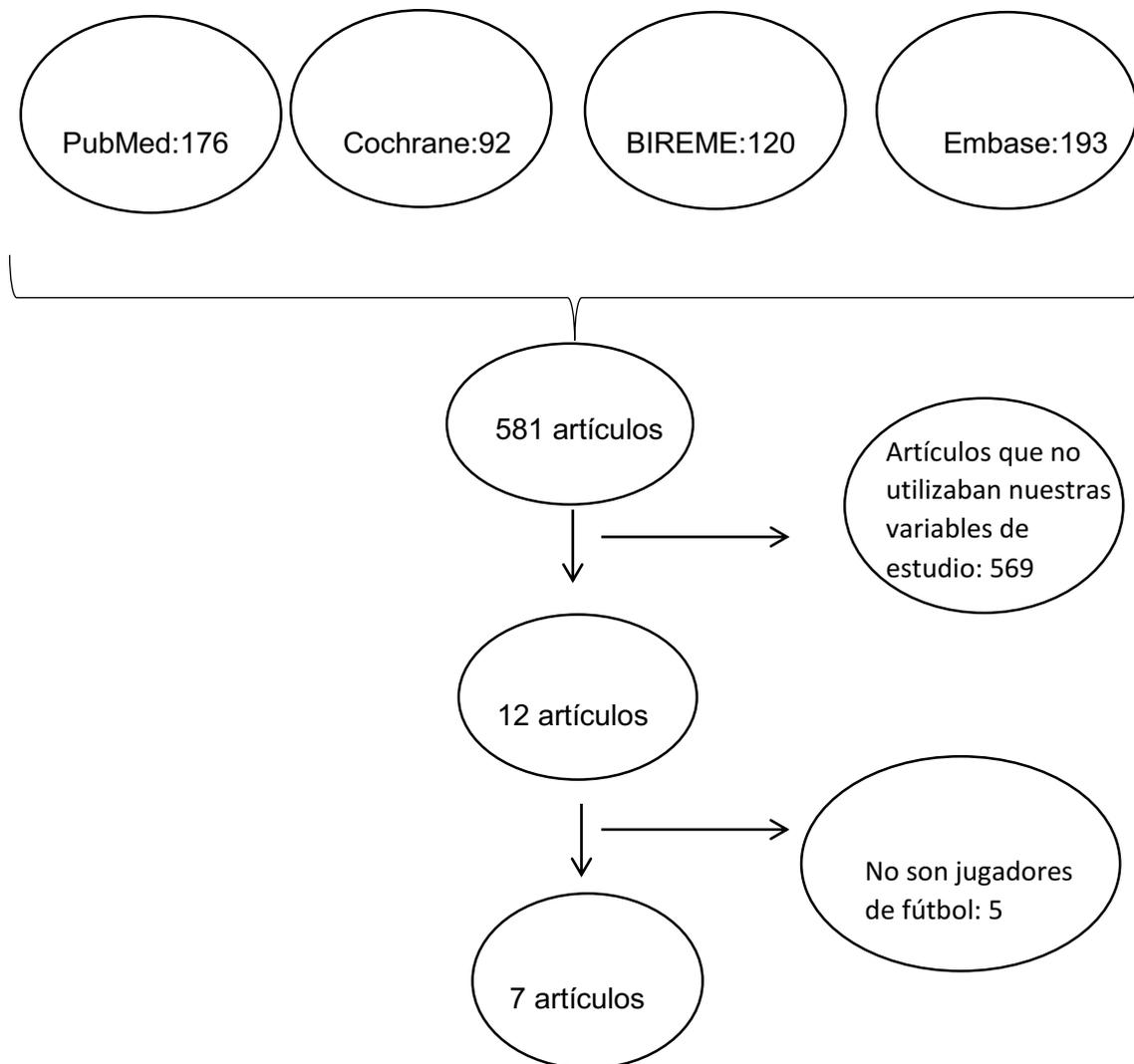
		"tratamiento"
Mh: "Tendones isquiotibiales"	"Hamstring Tendons"	
	"Hamstring strain"	"fuerza excéntrica"
Mh: "jugadores de fútbol"	"soccer player"	"futbolistas"
Mh: "tratamiento"	"treatment"	"treatment of injury"
	"Return to Sport"	"Retorno al juego"
Mh: "ejercicio nórdico"	"nordic exercise"	"realización del ejercicio nórdico"
	"eccentric nordic exercise"	

<b>Nº</b>	Estrategia de búsqueda
<b>1</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) AND "treatment of injury")
	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) OR ("hamstring muscles"))) AND ("treatment of injury")
<b>2</b>	((("Hamstring Injury"[Mesh term]) AND ("treatment of injury"))
<b>3</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh term]) AND "treatment of injury" AND ("Soccer player") [Mesh terms]))"
<b>4</b>	((("Hamstring Injury"[Mesh term]) AND ("treatment of injury") AND ("Soccer player") [Mesh terms]))"
<b>5</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) OR ("Hamstring Injury"[Mesh terms])) AND ("treatment of injury")
<b>6</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) OR ("Hamstring Injury"[Mesh terms])) AND ("treatment " [Mesh term])
<b>7</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) OR ("Hamstring Injury"[Mesh terms])) AND ("nordic exercise [Mesh terms]")
<b>8</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) OR ("Hamstring Injury"[Mesh terms])) AND ("nordic exercise [Mesh terms]")
<b>9</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) OR ("Hamstring Injury"[Mesh terms])) AND ("nordic exercise [Mesh terms]") AND "Return to Sport"
<b>10</b>	((("Hamstring Tendons"[Mesh terms]) OR ("Hamstring Injury"[Mesh terms])) AND ("eccentric nordic exercise [Mesh terms]")

11	((“Hamstring Tendons”[Mesh terms]) OR (“Hamstring Injury”[Mesh terms])) AND (“eccentric nordic exercise [Mesh terms]”) AND (“soccer player”)
12	((“Lesión de isquiotibiales”[término mesh]) AND (“ejercicio nórdico”)) AND (“jugadores de fútbol”)

Recolección de datos - Diagrama de flujo de las Estrategias de Búsqueda

Luego de realizar filtros por año, idioma, texto completo, obtuvimos los siguientes resultados, a los que se les aplicó los criterios de exclusión anteriormente mencionados:



## **VI.I Criterios de inclusión**

1. Estudios que sean un ECA
2. Estudios que utilicen el ejercicio nórdico como intervención o combinado con otra modalidad
3. Población: jugadores de fútbol de cualquier categoría y género
4. Período de publicación: 2002-2022
5. Idiomas: se incluyeron inglés, portugués, español.

## **VI.II Criterios de exclusión**

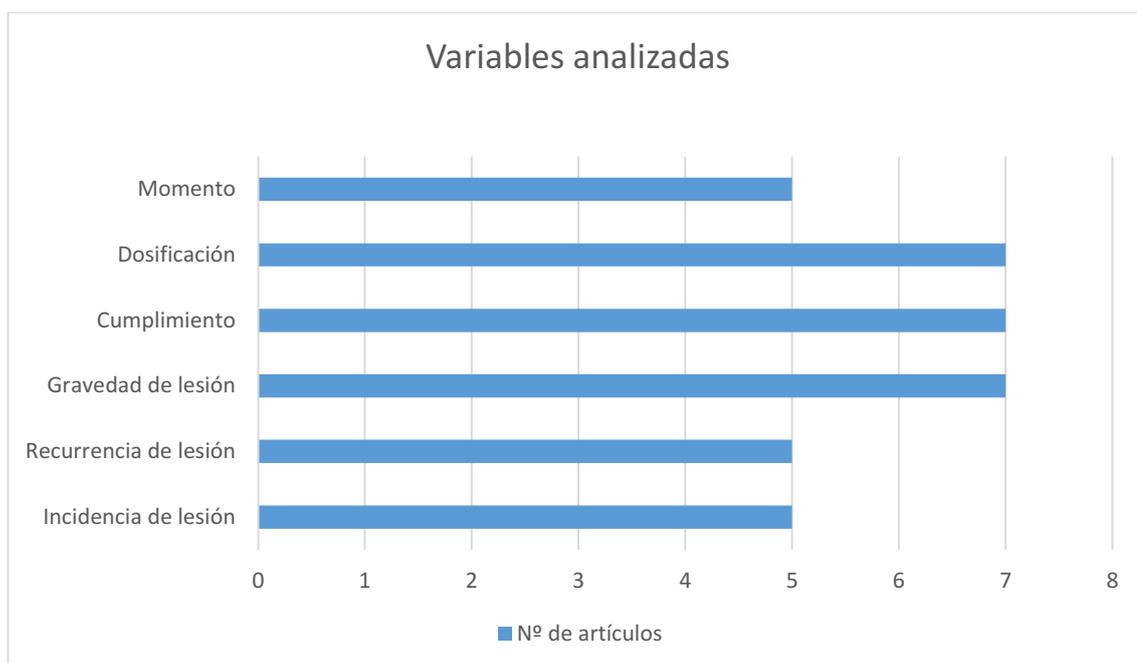
1. Estudios que no sean un ECA.
2. Estudios que no utilicen el ejercicio nórdico como intervención.
3. Estudios que la población de estudio no sean futbolistas.
4. Estudios que no especifiquen la manera de realizar y la dosificación del ejercicio nórdico.

## **VII. ANÁLISIS DE DATOS**

El objetivo general de la presente revisión bibliográfica fue determinar los efectos del ejercicio nórdico sobre la tasa de recurrencias y la gravedad de lesión de isquiotibiales en futbolistas.

Se identificó que estas variables estudiadas (recurrencias y la gravedad de lesión) fueron analizadas en la mayoría de los artículos revisados y que solamente Van der Horst et. al.<sup>(66)</sup> y Yuki Hasebe et al.<sup>(67)</sup> no tuvieron en cuenta la recurrencia de las lesiones.

Por otro lado, las variables incidencia de lesión, cumplimiento del protocolo, momento de realización y la dosificación fueron de gran importancia en su análisis ya que permitió responder a los objetivos específicos. El estudio de Engebresten et al.<sup>(14)</sup> y Mendiguchia et al.<sup>(68)</sup> no analizaron la incidencia de lesiones. Aunque el momento de realización del protocolo es una variable determinante para la obtención de resultados, tanto Petersen et al.<sup>(69)</sup> y Engebretsen et al.<sup>(14)</sup> decidieron no especificarlo en sus estudios.



**Gráfico N°1** Representación porcentual de las variables analizadas en los trabajos seleccionados para la realización de esta tesina. **Fuente:** Elaboración propia.

## VIII. RESULTADOS

<b>Autor:</b> Jesper Petersen 1, Kristian Thorborg , Michael Bachmann Nielsen , Esben Budtz-Jørgensen , Per Hölmich			<b>Título y año:</b> “Efecto preventivo del entrenamiento excéntrico en las lesiones agudas de los isquiotibiales en el fútbol masculino: un ensayo controlado aleatorio.” 2011 <sup>(69)</sup>		
<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Intervención</b>	<b>Variables y Medidas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conclusión</b>
942 atletas daneses de fútbol profesional	Ensayo clínico Aleatorizado	Grupo control (n=481). Continuaron	Las principales medidas de resultado	Investigar el efecto preventivo del fortalecimiento	En jugadores de fútbol masculinos profesionales y

<p>y amateur. Se registró el detalle de las lesiones previas de los isquiotibiales durante los últimos 12 meses.</p>		<p>con su programa de entrenamiento normal a lo largo del ciclo de 10 semanas. Grupo Intervención (n=461). Realizó el ejercicio nórdico de Isquiotibiales junto con el entrenamiento normal, realizó 27 sesiones de ejercicios nórdicos para isquiotibiales en un lapso de 10 semanas.</p>	<p>fueron el número de lesiones agudas de isquiotibiales en general, nuevas y recurrentes durante 1 temporada de fútbol completa.</p>	<p>excéntrico de los músculos isquiotibiales utilizando el ejercicio nórdico para isquiotibiales en comparación con ningún ejercicio adicional para isquiotibiales sobre la tasa de lesiones agudas de isquiotibiales en jugadores de fútbol masculinos. Secundariamente el cumplimiento y la gravedad de la lesión.</p>	<p>amateurs, el ejercicio excéntrico adicional de isquiotibiales disminuyó la tasa de lesiones agudas de isquiotibiales en general, nuevas y recurrentes. Con respecto a la gravedad de lesión no se reportaron diferencias significativas.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Autor:</b> Anders H. Engebretsen 1, Grethe Myklebust, Ingar Holmes, Lars Engebretsen, Roald Bahr</p>	<p><b>Título y año:</b> “Un estudio de intervención prospectivo y aleatorizado Jugadores con lesiones previas o función reducida”. 2008 <sup>(14)</sup></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Intervención</b>	<b>Variables y Medidas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conclusión</b>
Se incluyeron en el estudio un total de 161 jugadores de fútbol con lesión previa y/o función reducida de la musculatura isquiotibial.	Ensayo clínico Aleatorizado	Grupo Intervención realizó el ejercicio nórdico de isquiotibiales (n=76). Grupo control (n=85) entrenamiento habitual.	La principal medida fue la tasa de lesiones del tendón de los isquiotibiales.	Evaluar si la implementación del NHE previene lesiones en jugadores de fútbol con antecedentes de lesión previa y/o función reducida.	Si bien hubo una disminución de lesiones en el grupo intervención esta diferencia no fue significativa además el cumplimiento del programa de entrenamiento prescrito por parte de los jugadores fue bajo y no se pudo detectar ningún efecto de la intervención sobre el riesgo de lesiones.

<b>Autor:</b> Ahmed Ebrahim Elerian, Mohsen M El-Sayyad, Hend Adel Abdelhalim Dorgham.			<b>Título y año:</b> "Efecto del ejercicio nórdico previo y posterior al entrenamiento en la prevención, recurrencia y gravedad de las lesiones de isquiotibiales en jugadores de fútbol". 2019 <sup>(70)</sup>		
<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Intervención</b>	<b>Variables y Medidas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conclusión</b>

<p>De 5 equipos de fútbol en total en Alejandría, Egipto se eligieron 34 jugadores de fútbol profesionales activos masculinos se inscribieron para este estudio.</p>	<p>Ensayo clínico Aleatorizado</p>	<p>Los jugadores fueron asignados aleatoriamente a dos grupos iguales. El grupo uno incluyó a 17 jugadores que realizaron NHE tanto antes como después del entrenamiento. El grupo dos incluyó a 17 jugadores que realizaron NHE sólo durante el pre-entrenamiento. Y un grupo control de 35 jugadores</p>	<p>El resultado primario de este estudio fue la incidencia de lesiones en los isquiotibiales como lesiones iniciales y recurrentes .Los resultados secundarios fueron la gravedad de la lesión y el cumplimiento en ambos grupos.</p>	<p>Investigar el efecto de agregar ejercicio nórdico después del entrenamiento en la disminución de las tasas de lesiones iniciales y recurrentes de los isquiotibiales y su gravedad.</p>	<p>El uso de NHE como protocolo de prevención fue eficaz en la reducción de todas las lesiones de isquiotibiales y el uso de NHE durante el pre entrenamiento y el post entrenamiento tuvo el mayor efecto. La gravedad de lesión fue significativa siendo menor en los grupos que realizaron el NHE con respecto al grupo control.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Autor:</b> Jurdan Mendiguchía 1, Enrique Martínez-Ruiz , Pascual Eduardo , Jean-Benoît Morin , Francisco Martínez-</p>	<p><b>Título y año:</b> “Un algoritmo progresivo multifactorial basado en criterios para el</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

Martínez , Fernando Idoate , Alberto Méndez-Villanueva			tratamiento de lesiones de isquiotibiales”. 2017 (68)		
<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Intervención</b>	<b>Variables y Medidas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conclusión</b>
48 futbolistas constituyeron en estudio con sospecha o lesión por distensión del tendón de los isquiotibiales Grupo RA(n24)Grupo RP(n24).	Ensayo clínico Aleatorizado	El grupo de RP completó un protocolo que enfatiza la carga de los isquiotibiales durante las acciones de alargamiento y se acompaña de un programa general de rehabilitación y carrera progresiva. El grupo de AR realizó una versión modificada de un algoritmo previamente propuesto	Uno de los resultados primarios de este estudio fue la ocurrencia de nuevas lesiones registradas durante un período de 6 meses después del RTS del atleta. El resultado primario adicional de este estudio fue la suma del tiempo hasta el RTS Los resultados secundarios de este estudio fueron los efectos de	Este estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad concurrente de administrar un algoritmo basado en criterios multifactoriales (algoritmo de rehabilitación [RA]) en la rehabilitación de lesiones de isquiotibiales en comparación con el uso de un protocolo general de rehabilitación (PR).	Aunque la vuelta al deporte fue más lenta, los futbolistas varones que se sometieron a un algoritmo RA basado en criterios con un programa de entrenamiento orientado al rendimiento y al factor de riesgo primario desde las primeras etapas del proceso, disminuyeron notablemente el riesgo de reincidencia en comparación con un protocolo general RP

		presentado por Mendiguchi a y Brughelli (que incluye al NHE). A diferencia del algoritmo original la versión modificada elimina la fase aguda porque los jugadores comenzaron el programa de rehabilitación 5 días después de la lesión	RA y RP en el rendimiento de carrera y las propiedades mecánicas horizontales (determinante más fuerte de la aceleración del campo) al momento de regresar al deporte después de una lesión por distensión de isquiotibiales.		
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

<b>Autor:</b> Nick van der Horst, Dirk Wouter Smits, Jesper Petersen, Edwin A. Goedhart, Frank JG Backx 2		<b>Título y año:</b> “El efecto preventivo del ejercicio nórdico de isquiotibiales es en las lesiones de isquiotibiales en jugadores de fútbol aficionados: un ensayo controlado aleatorizado”. 2015 <sup>(66)</sup>			
<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Intervención</b>	<b>Variables y Medidas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conclusión</b>

<p>Jugadores de fútbol amateur masculinos de 40 equipos fueron asignados aleatoriamente a un grupo de intervención (n = 20 equipos, 292 jugadores) o control (n = 20 equipos, 287 jugadores)</p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado</p>	<p>El grupo de intervención recibió instrucciones de realizar 25 sesiones de NHE en un período de 13 semanas. Tanto los grupos de intervención como los de control realizaron entrenamientos regulares de fútbol y fueron seguidos por la incidencia y gravedad de las lesiones en los isquiotibiales durante el año calendario 2013.</p>	<p>El resultado primario fue la incidencia de lesión. Los resultados secundarios fueron la gravedad de la lesión y el cumplimiento del protocolo de intervención</p>	<p>Investigar el efecto preventivo de la NHE sobre la incidencia y la gravedad de las lesiones de los isquiotibiales en jugadores de fútbol amateur masculinos.</p>	<p>La incorporación del protocolo NHE en el entrenamiento amateur regular reduce significativamente la incidencia de lesiones en los isquiotibiales, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con respecto a la gravedad de la lesión. El cumplimiento de la intervención fue excelente.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Autor:</b> A Arnason , T E Andersen, I Holme, L Engebretsen, R Bahr			<b>Título y año:</b> “Prevención de distensiones isquiotibiales en el fútbol de élite: un estudio de intervención” 2008 <sup>(13)</sup>		
<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Intervención</b>	<b>Variables y Medidas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conclusión</b>
17-30 equipos de fútbol de élite de Islandia y Noruega	Ensayo Clínico Aleatorizado	Las dos primeras temporadas se usaron como línea de base, mientras que los programas de intervención que consistieron en estiramientos de entrada en calor, flexibilidad y/o entrenamiento de fuerza excéntrica se introdujeron durante las temporadas 2001 y 2002	El resultado primario fue la incidencia de lesión. Los resultados secundarios fueron la gravedad de la lesión y el cumplimiento del protocolo de intervención. Se midió la incidencia de lesiones, la gravedad de la lesión y la proporción de recurrencia entre la intervención y el grupo control. También se	El propósito fue probar el efecto del entrenamiento de fuerza excéntrico y el entrenamiento de flexibilidad en la incidencia de distensiones de los isquiotibiales en el fútbol.	No hubo diferencia en la incidencia de distensiones de isquiotibiales entre los equipos que usaron el programa de entrenamiento de flexibilidad y los que no, ni hubo una diferencia en comparación con los datos de la temporada de referencia. La incidencia de distensiones de los isquiotibiales fue menor en los equipos que utilizaron

			<p>midieron las variables entre temporadas del grupo intervención</p>		<p>el programa de entrenamiento excéntrico en comparación con los equipos que no utilizaron el programa, así como en comparación con los datos de la temporada de referencia para los mismos equipos de intervención. Con respecto a la gravedad solo hubo diferencia al comparar el grupo intervención entre la temporada de referencia y las temporadas de intervención en la cual fueron más</p>
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

					<p>graves en las temporadas de referencias. Con respecto a las recurrencias hubo cierta mejoría al comparar los resultados de la temporada de intervención con los de la temporada de referencia sin embargo estas no fueron significativas.</p>
--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Autor:</b> Yuki Hasebe, Kiyokazu Akasaka, Takahiro Otsudo, Yomei Tachibana, Toby Hall, Mitsuru Yamamoto.			<b>Título y año:</b> "Efectos del ejercicio nórdico de isquiotibiales en lesiones de isquiotibiales en jugadores de fútbol de secundario" 2020 <sup>(67)</sup>		
<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Intervención</b>	<b>Variables y Medidas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conclusión</b>
Los sujetos comprenden 259 jugadores de fútbol masculinos	Un ensayo controlado aleatorio	El grupo de intervención realizó el NHE, con el cumplimiento del	Las principales medidas de resultado fueron la tasa de	Evaluar las características físicas relacionadas con las lesiones de los	El cumplimiento del protocolo fue del 88%. La tasa de lesiones en los

<p>de siete escuelas secundarias agrupados aleatoriamente en dos grupos, un grupo de ejercicios nórdicos para isquiotibiales y un grupo de control</p>		<p>ejercicio y la lesión de los isquiotibiales registrados durante un período de 27 semanas.</p>	<p>cumplimiento del ejercicio nórdico de isquiotibiales, la tasa de incidencia de lesiones por 10000 horas de juego y la tasa de tiempo perdido por lesiones deportivas. También se calculó el riesgo relativo y la gravedad de la lesión de los isquiotibiales</p>	<p>isquiotibiales, así como la tasa de cumplimiento del ejercicio nórdico y si este influye en la tasa de lesiones de isquiotibiales en jugadores de fútbol.</p>	<p>isquiotibiales en el grupo NHE fue menor que en el grupo de control, y la tasa del tiempo perdido en el deporte mostró una reducción a favor del grupo NHE en comparación con el grupo control. Estos datos sugieren un efecto positivo de reducir las lesiones de los isquiotibiales asociadas con el NHE.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

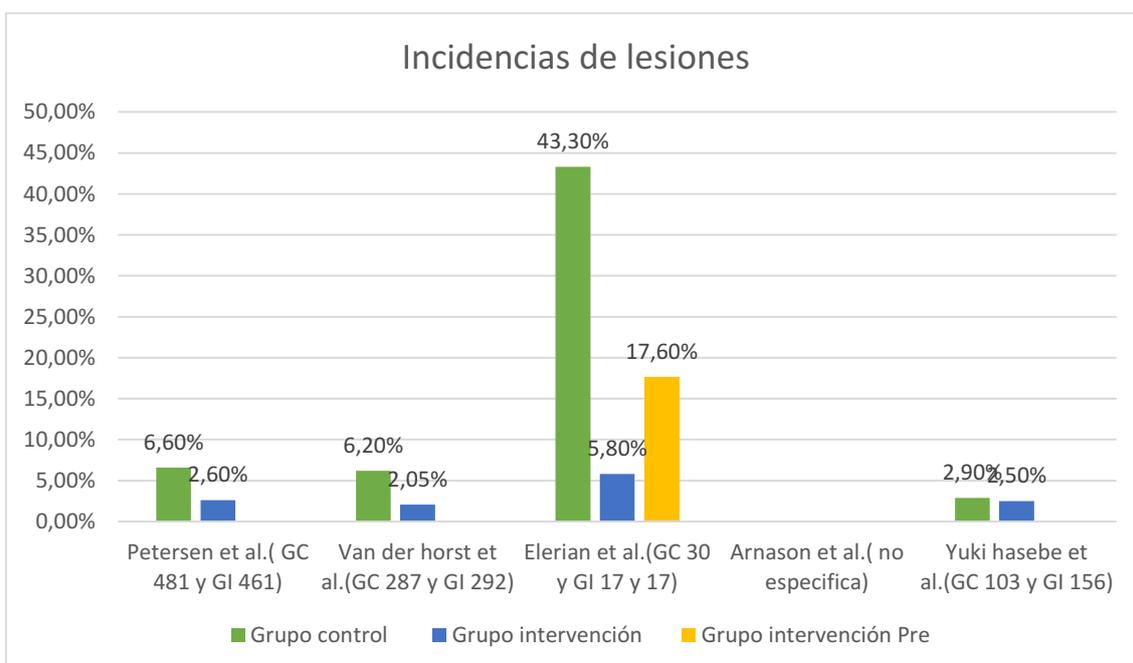
### INCIDENCIA DE LESIÓN

La característica principal que debe presentar un ejercicio, para que se considere efectivo, en lo que se refiere a la prevención de lesiones, es la disminución en el número de estas. Dentro de la bibliografía revisada, en el estudio de Petersen.J et al.<sup>(69)</sup>, quedó demostrado el efecto favorable del NHE en la disminución de la incidencia de nuevas lesiones logrando un resultado estadísticamente significativo a favor del grupo

intervención. Van de Horst et al.<sup>(66)</sup> donde la población estudiada fue de gran tamaño similar al estudio mencionado anteriormente los resultados obtenidos dejan en manifiesto la eficacia del NHE en la reducción de nuevas lesiones. Resultados similares se obtuvieron en el estudio de Elerian et al.<sup>(70)</sup> pero la salvedad que se puede hacer en este estudio fue el escaso número de participantes dando mayor posibilidad de sesgo.

En el estudio de Arnason et al.<sup>(13)</sup> abarca una gran cantidad de población de estudio, lo importante de este fue que los resultados reportaron una incidencia de lesiones un 65 % menor en un grupo que completaron un programa de entrenamiento que consistía en estiramientos de entrada en calor, entrenamiento de flexibilidad y ejercicio nórdico de isquiotibiales en comparación con estiramiento de calentamiento y entrenamiento de flexibilidad solos. Dejando en evidencia que el efecto preventivo es solamente del NHE.

Con respecto al estudio analizado de Yuki Hasebe et al.<sup>(67)</sup> si bien nos encontramos con un estudio donde la incidencia de lesión es mayor en el grupo intervención esto es debido a que este grupo es el más numeroso, pero al calcular las tasas de incidencias da como resultado una disminución mayor a favor del grupo intervención contra al grupo control.



**Gráfico N°2** Representación porcentual de los resultados obtenidos de la variable Incidencia de lesión. **Fuente:** Elaboración propia

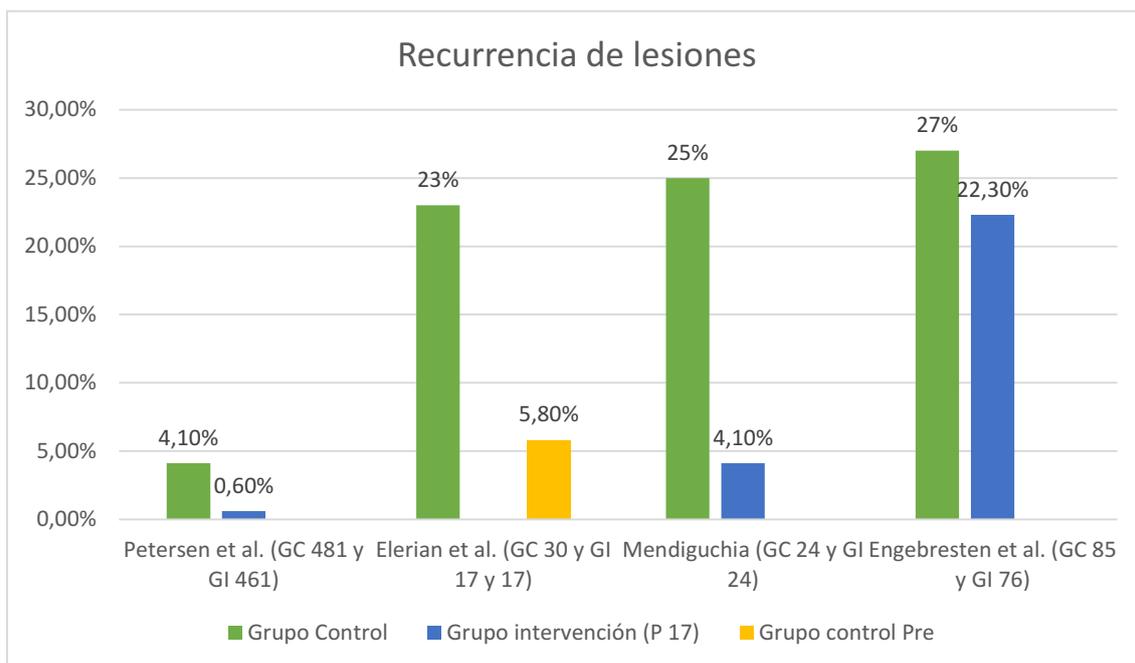
## RECURRENCIA DE LESIÓN

Es importante identificar la recurrencia de lesiones en futbolistas ya que dependiendo el nivel de competición que el deporte tenga, el aumento de la recurrencia de lesiones puede generar grandes pérdidas económicas y deportivas, así como también en los casos en donde el deporte es amateur perder un jugador puede determinar el cumplimiento o no del objetivo planificado de años de trabajo, además es de vital importancia para el fisioterapeuta determinar el momento del RTS y este tiene como objetivo fundamental evitar las recurrencias a través de una correcta evaluación del jugador.

El principal objetivo de esta tesis, fue determinar si el NHE podría ser utilizado para reducir una re-lesión ya que es frecuente tanto en el fútbol profesional como amateur. Dentro de esta revisión bibliográfica se encontró en el estudio de Petersen et al.<sup>(69)</sup>, resultados altamente favorables a favor del grupo que realizó el ejercicio nórdico (NHE) en comparación con el que no lo utilizó. En otro estudio, el de Elerian et al.<sup>(70)</sup> se obtuvieron resultados similares a favor de los grupos que utilizaron NHE respecto con el grupo que no utilizó el mismo, además se obtuvo un pequeño resultado a favor de aquellos que realizaron mayor cantidad de sesiones.

Acercas de los estudios de Engebretsen et al.<sup>(14)</sup> y Arnason Et al.<sup>(13)</sup> si bien los resultados no fueron estadísticamente significativos se observó cierta mejoría en los jugadores que realizaron NHE con los que no en relación al desarrollo de una re-lesión.

Al analizar al estudio de Mendiguchia et al.<sup>(68)</sup> un estudio diferente a los analizados anteriormente en el cual consiste en la comparación de dos protocolos propuestos uno en el cual utiliza dentro del mismo NHE y el otro no lo utiliza curiosamente los mejores resultados se obtuvieron en el protocolo que incluía el NHE, dejando claro el efecto beneficioso del mismo combinado con otra intervención y pudiendo dejar como disyuntiva en este estudio si el efecto beneficioso sobre una re lesión se debe mayoritariamente al NHE.



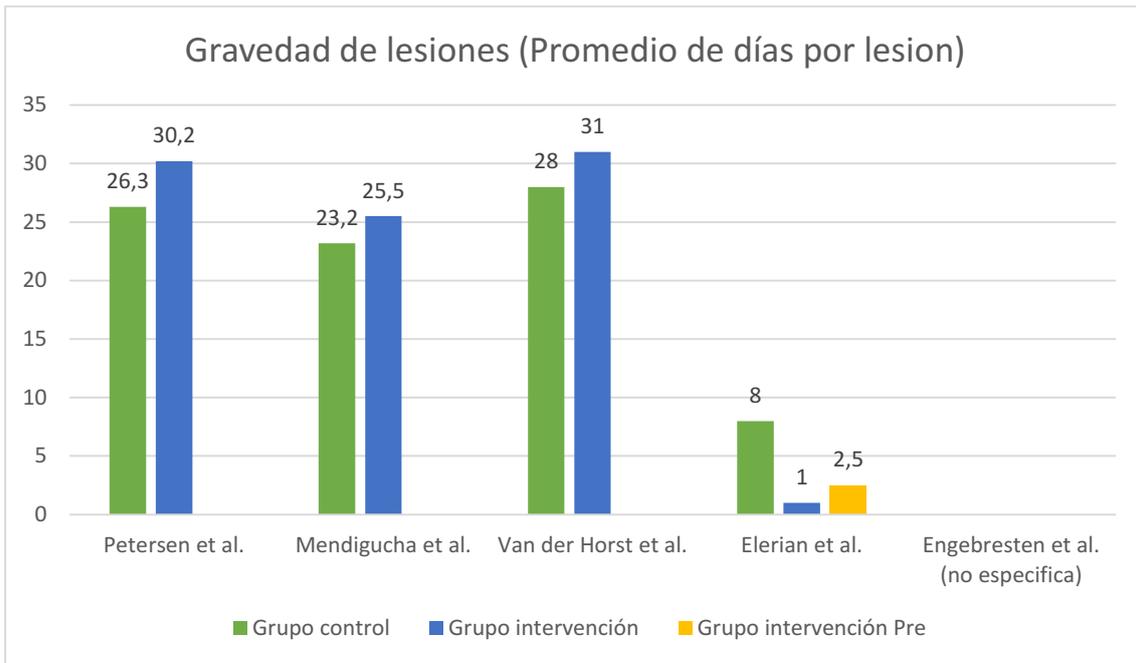
**Gráfico N°3** Representación porcentual de los resultados obtenidos de la variable Recurrencia de lesión. **Fuente:** Elaboración propia

### DÍAS DE AUSENCIA DE LA COMPETENCIA Y ENTRENAMIENTOS

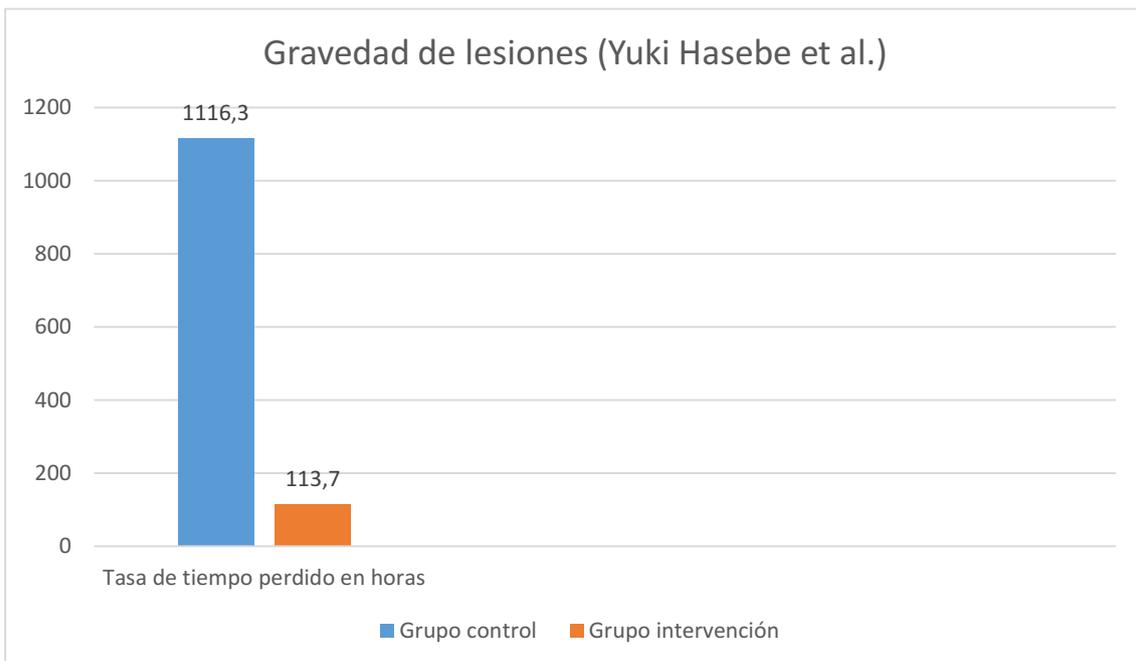
En la presente investigación al analizar los estudios considerados importantes para esta tesis, todas mencionan los días de ausencia de la competencia y de los entrenamientos como datos relevantes de los mismos, por lo cual se identificó a partir de cuantos días habían estado en ausencia, qué tan grave podría ser para el equipo en cuestión, pero no solo en lo deportivo sino también como mencionamos anteriormente el gran costo económico que tiene la ausencia de determinadas figuras deportivas. Dentro de estos estudios, en el de Petersen et al.<sup>(69)</sup> y el de Arnason et al.<sup>(13)</sup> no se encontraron diferencias significativas con respecto a los grupos control e intervención (utilizando el ejercicio nórdico) y la relación de los mismos con la cantidad de días fuera del campo de juego, al igual que en los estudios de Engebretsen et al.<sup>(14)</sup> y Van der horst et al.<sup>(66)</sup> tampoco se identificaron diferencias significativas con respecto a la gravedad de la lesión entre los grupos.

Otros resultados se obtuvieron en el estudio de Yuki Hasebe et al.<sup>(67)</sup> y Elerian et al.<sup>(70)</sup> en los cuales, se identificó una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la menor cantidad de días de ausencia en el grupo intervención que se mencionó anteriormente utiliza al ejercicio nórdico en su tratamiento. En el estudio de Mendiguchia et al.<sup>(68)</sup>, se menciona que la duración promedio de retorno al juego fue más rápida en

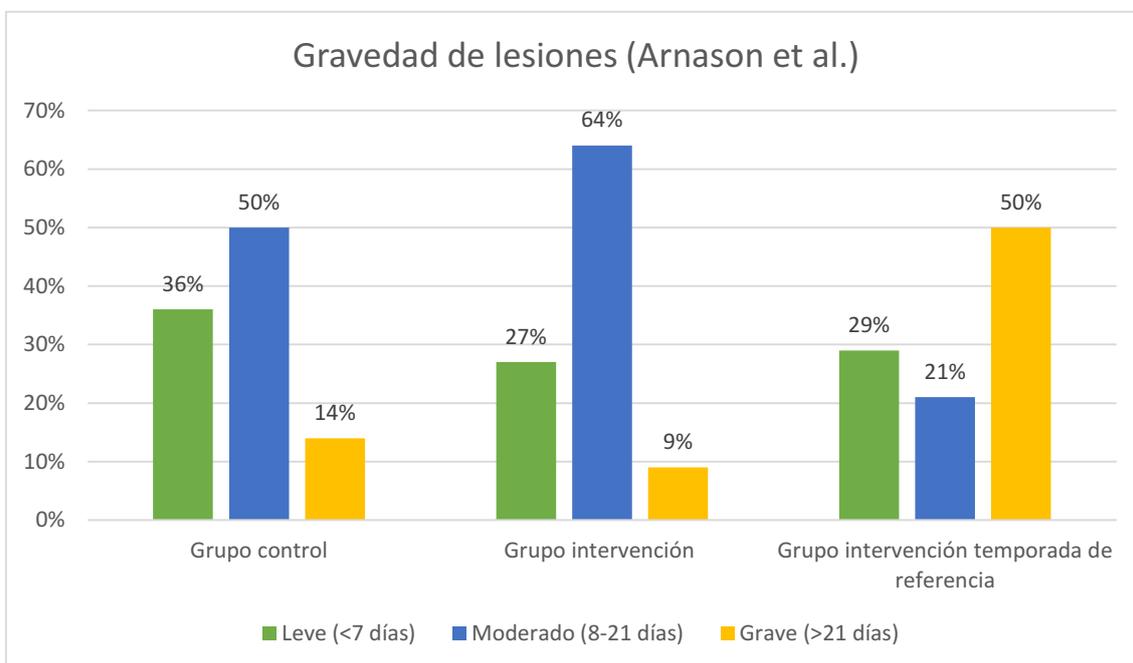
el grupo control (que no realiza el NHE), en comparación con el grupo que si lo realiza, pero este resultado probablemente se da por el tiempo que les lleva a los futbolistas la realización del protocolo que utilizaron en este estudio en el grupo intervención, este es mucho más largo que el del protocolo del grupo control



**Gráfico N°4** Representación porcentual de los resultados obtenidos de la variable Gravedad de lesión expresada en días. **Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico N°5** Representación porcentual de los resultados obtenidos del estudio de Yuki Hasebe et al.<sup>(67)</sup> de la variable Gravedad de lesión expresada en horas. **Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico N°6** Representación porcentual de los resultados obtenidos del estudio de Arnason et al.<sup>(13)</sup> de la variable Gravedad de lesión clasificada en leve, moderada grave. **Fuente:** Elaboración propia.

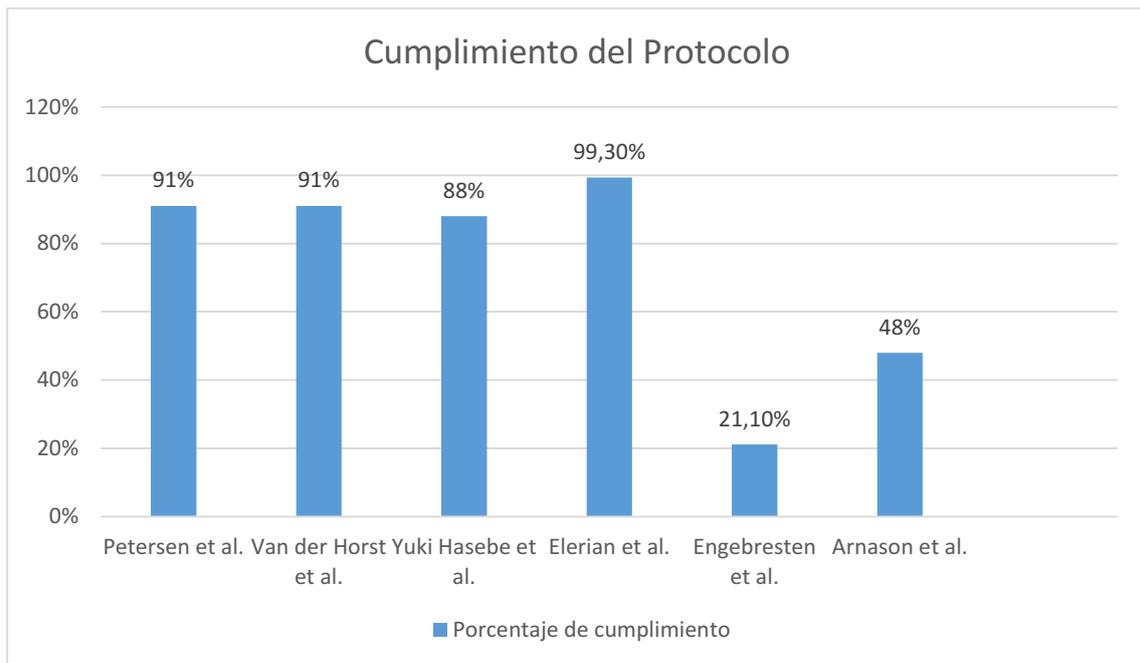
### CUMPLIMIENTO DEL PROTOCOLO

Petersen et al.<sup>(69)</sup> y Van der horst et al.<sup>(66)</sup> en sus estudios reportaron un cumplimiento muy alto con un promedio del 91% de las sesiones de entrenamiento previstas, por su parte Yuki Hasebe et al.<sup>(67)</sup> mostró una tasa de cumplimiento un poco menor con 88%.

Solamente el estudio de Elerian et al.<sup>(70)</sup> presentó una tasa de cumplimiento total del 99,3 %, que fue la tasa de cumplimiento más alta jamás alcanzada.

Por otro lado, Engebretsen et al.<sup>(14)</sup> y Arnason et al.<sup>(13)</sup> reportaron un cumplimiento muy deficiente en ambos estudios de 21,1% y de 48% respectivamente.

En el estudio de Mendiguchia et al.<sup>(68)</sup> hay un cumplimiento máximo del protocolo en el cual se realizó dentro del mismo el NHE ya que solo se realizó este protocolo y no se realizaron los entrenamientos habituales.



**Gráfico N°7** Representación porcentual de los resultados obtenidos de la variable Cumplimiento del protocolo. **Fuente:** Elaboración propia

### DOSIFICACIÓN

Al analizar la forma de realización del NHE, se identificó que en todos los estudios se modificaron los volúmenes, en algunos varían las series y en otros las repeticiones, pero todos seguían la idea de ir en progresiones de menos a más. También se demostró que todos seguían un mismo protocolo y a partir de este iban modificando dependiendo los objetivos que se hayan propuesto en cada estudio, el protocolo esta adjunto Tabla 3 descrito por Mjølsnes et al.<sup>(12)</sup>, ya que este investigador lo propone años anteriores que los demás y es mencionado en estudios posteriores.

Es de suma importancia la dosificación del NHE mencionada anteriormente en la investigación, si no se desarrolla de menor a mayor intensidad pueden aparecer DOMS, que no serían beneficiosos a la hora de la rehabilitación que realice el futbolista, además este no es un ejercicio convencional y en muchos casos se puede no estar familiarizado con el mismo, por este motivo, saltar etapas estaría contraindicado y llegar a altos volúmenes luego de la realización del protocolo entendemos que es la mejor y más beneficiosa respuesta que se podría obtener.

Week	Sessions per week	Sets and repetitions
1	1	2 × 5
2	2	2 × 6
3	3	3 × 6–8
4	3	3 × 8–10
5–10	3	3 sets, 12–10–8 reps

**TABLA 3** Protocolo propuesto por Mjølsnes et al.<sup>(12)</sup>

Se evidenciaron similitudes, exceptuando el volumen (series/ repeticiones/días) en los siguientes estudios analizados: Yuki Hasebe et al.<sup>(67)</sup> (APÉNDICE D), Petersen et al.<sup>(69)</sup> (APÉNDICE E), Van der horst et al.<sup>(66)</sup> (APÉNDICE F), Engebretsen et al.<sup>(14)</sup> (APÉNDICE I) y Arnason et al.<sup>(13)</sup> (Apéndice G). Algo diferente es lo que realizaron en su investigación Elerian et al.<sup>(70)</sup>, ya que al NHE lo indican pre-entrenamiento y post-entrenamiento (APÉNDICE H). Y otra intervención totalmente distinta es la de Mendiguchia et al.<sup>(68)</sup> porque en su estudio introduce al NHE dentro de un protocolo en donde no solo realiza este ejercicio sino que este es apenas una parte del mismo ya que lo realiza un solo día y luego lo va repitiendo (APÉNDICE J), recordando como mencionamos anteriormente que este protocolo era largo en comparación con los de los demás estudios.

### MOMENTO DE REALIZACIÓN

Yuki Hasebe et al.<sup>(67)</sup> y Van der horst et al.<sup>(66)</sup> proponen en sus estudios la ejecución del protocolo de NHE posterior al entrenamiento y anterior a que los jugadores se enfríen. Petersen et al.<sup>(69)</sup> no estableció un momento en cual los equipos realicen el protocolo de NHE, dejó que los fisioterapeutas de cada equipo lo decidan pero sí recomendó que se ejecute después de un calentamiento adecuado.

Engebretsen et al.<sup>(14)</sup> si bien en su estudio no especifica el momento de realización, pero estableció que no quería que se produzca contaminación entre la intervención y el control por eso se les solicitó que el protocolo se haga antes o después o fuera del entrenamiento. Arnason et al.<sup>(13)</sup> En su estudio utilizó un protocolo de calentamiento estándar más NHE previo a cada sesión de entrenamiento y juego.

Elerian et al.<sup>(70)</sup> A diferencia de los demás estudios determinó que la mitad de los jugadores evaluados realizará solamente el protocolo pre al entrenamiento mientras que la otra mitad lo realice en ambos momento tanto pre como posterior al entrenamiento.

Mendiguchia et al. <sup>(68)</sup> propone un estudio diferente en el cual se utiliza este protocolo como medida de rehabilitación y los jugadores no siguen con el entrenamiento habitual.

## IX. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión bibliográfica fue determinar los efectos del NHE sobre la tasa de recurrencias y la gravedad de lesión de isquiotibiales en futbolistas, por lo cual se investigó si dicha intervención en estos futbolistas (lesionados) evitaban una recurrencia y además identificar si disminuye la gravedad de lesión.

En la recopilación de datos que arrojaron los estudios seleccionados en las revistas científicas, fueron los que impulsaron a identificar si en verdad el ejercicio nórdico como tratamiento era o no efectivo. Los estudios por los cuales esta tesis se lleva a cabo se plantean en su mayoría, si el NHE utilizándolo solo (siguiendo un protocolo de realización), o con otra metodología de rehabilitación mejora la capacidad física del futbolista lesionado y sus factores de riesgo modificables. Un aspecto importante del deporte y más en el fútbol es el gran costo deportivo/económico<sup>(7)(11)</sup> tanto profesional como amateur, entonces, poder tener las herramientas kinésicas para ayudar a que esos futbolistas, una vez lesionados puedan tener un RTS lo antes posible y sin perjudicar la integridad de los mismos, es una de las cuestiones que nos gustaría aportar con esta revisión bibliográfica.

Con respecto a los objetivos de investigación mencionados anteriormente se observó, que algunos de los estudios recopilados arrojan datos beneficiosos y otros un tanto confusos.

El registro de la incidencia de nuevas lesiones y recidivantes de los músculos isquiotibiales resulta fundamental a la hora de determinar la efectividad del ejercicio nórdico o "NHE", en cuanto a la prevención y tratamiento de dichas lesiones o futuras. En la mayoría de los estudios, esta variable se expresa en números absolutos y/o en forma de tasa de incidencia de lesiones (relación entre el número de lesiones y el tiempo total de exposición de los sujetos).

A lo largo de esta investigación se ha identificado a la Edad <sup>(24)(51)</sup> y a la lesión previa<sup>(2)(53)</sup> como los factores de riesgo más importante en el progreso de una HSI, detrás de estas, se pueden identificar otras, como, la congestión del fixture <sup>(58)(59)</sup>, el manejo de la carga en los entrenamientos<sup>(57)</sup>, la fatiga al final de cada tiempo de juego<sup>(60)</sup> y los desequilibrios de fuerza<sup>(55)(61)</sup>.

El objetivo de esta investigación, con respecto a los factores de riesgo, es entender que la HSI es multifactorial y que es importante reconocer cuáles son e influir sobre estos a través de ejercicios de prevención como el que se propone en este estudio. Además identificar, que la sumatoria de los mismos afecta negativamente a la integridad del jugador y del equipo.

Es interesante resaltar que a la hora de indagar información sobre el NHE como una medida de rehabilitación en la lesión de isquiotibiales la información es escasa ya que la mayoría de los artículos científicos resaltan o afirman la eficacia del NHE como un método preventivo (en jugadores sin lesiones) y no como un método de tratamiento. En esta revisión se decidió ir más allá de un método preventivo ya que está totalmente evidenciado, si bien se incorporó esa variable en esta investigación, la misma se centró en estudiar al NHE con un método de tratamiento al estimar las recurrencias de las lesiones previas y la gravedad de la lesión. Los resultados de los pocos estudios obtenidos con respecto al NHE como medida de tratamiento son favorables y considerablemente benéficos tanto en las tasas de recurrencias<sup>(69)(70)(14)(68)(13)</sup> como en los días fuera de la actividad<sup>(68) (67)</sup>.

Resulta curioso la escasa investigación de las recurrencias ya que estas aparecen en un tercio de todas las lesiones de isquiotibiales por eso se necesitan más y mejores estudios para determinar la efectividad del NHE como medida de tratamiento en la disminución de las mismas y los días fuera de la actividad. Probablemente la escases que se menciona sea producto de la limitación de los criterios de inclusión elegidos, al introducir solamente a jugadores de fútbol, ya que en las revistas científicas existían buenos estudios, pero los mismos trabajaban con jugadores de rugby o con atletas de otros deportes. Estos estudios se decidieron excluir ya que se consideran deportes totalmente distintos, por la biomecánica y los gestos propios de cada deporte.

Uno de los objetivos específicos menciona a la dosificación del mismo, es decir el volumen semanal del NHE. Según este análisis, con una incorrecta dosificación se podrían producir efectos adversos, como por ejemplo la presencia de DOMS y la consiguiente falta de cumplimiento del protocolo<sup>(13)(14)</sup>. Al analizar los estudios se puede concluir que, existen diversas formas en donde los estudios identifican su propia dosificación con respecto a cuantas series y repeticiones y los días de realización semanal del ejercicio. En varias ocasiones se menciona al protocolo propuesto por Mjølsnes et al.<sup>(12)</sup> como una forma sencilla y progresiva de realizarlo. Se propone en la parte práctica este protocolo para evitar los efectos adversos al realizar el NHE, ya que este es sumamente fatigante, y mayoritariamente trabaja en estado de alargamiento del

músculo, es decir, en la fase excéntrica, pudiendo desarrollar con facilidad los DOMS (si no se sigue una progresión adecuada).

Otras variables sumamente importantes de la investigación fue el cumplimiento del protocolo, poco tenido en cuenta y de gran importancia, al igual que el momento de realización del NHE, que determinan gran parte de los resultados.

Se ha logrado identificar que el ejercicio nórdico utilizado en fases tempranas es beneficioso siempre y cuando se siga con la progresión y el aumento de cargas progresivas (volúmenes). Con respecto al momento de realización del protocolo se ha considerado que los mejores resultados se daban cuando este se realiza posterior al entrenamiento<sup>(66)(67)(70)</sup> con gran evidencia propuesta por el estudio publicado por Lovell et al.<sup>(71)</sup>, pero sin duda alguna para lograr los mayores efectos del NHE el cumplimiento de su realización es de vital importancia, sino los días de ausencia podrían aumentar. Podemos afirmar, además, que para el tratamiento de las lesiones de isquiotibiales este ejercicio se podría combinar con otros como flexibilidad, CORE y movilidad y sería beneficioso para la misma y sobre todo para el deportista.<sup>(68)</sup>

Lo que se trata de generar con esta investigación es que se debe enfatizar lo imprescindible que es que se desarrollen nuevos y mejores estudios sobre esta medida de tratamiento para brindar a los fisioterapeutas una herramienta confiable con el objetivo de disminuir estas lesiones y días de ausencia evitando grandes pérdidas económicas y bajas deportivas.

## **X. CONCLUSIÓN**

- En base a los datos recolectados en esta investigación, se ha concluido que la implementación del ejercicio nórdico podría ser útil en la disminución de las recurrencias de lesiones isquiotibiales.

- El NHE es altamente efectivo como método preventivo de una nueva lesión de isquiotibiales.

- Si bien el ejercicio nórdico como método de prevención se encuentra sumamente abordado, faltarían más y mejores estudios como método de tratamiento en personas lesionadas.

- Si bien los resultados son pocos concluyentes, parecería que esta intervención genera un descenso en los días fuera del campo de juego, representado por la gravedad de la lesión.

- Esta intervención parece ser segura siempre y cuando se sigan los protocolos propuestos, debiendo respetar las correspondientes semanas de acondicionamiento, ya que se ha demostrado que el incumplimiento de estas primeras semanas de adaptación genera como efectos adversos dolor muscular de aparición tardía (DOMS).

- El cumplimiento se ha identificado como una variable determinante en los resultados, demostrando una alta tasa de beneficios cuando el mismo se realiza en su totalidad.

- Se ha identificado que el momento de realización influye sobre los resultados. Si bien podría ser menor su realización luego del entrenamiento, en este momento es donde se reportan los mayores beneficios.

- Se necesita más evidencia científica con respecto al nivel de activación muscular durante la realización del NHE y en qué grados del movimiento es donde se produce la máxima activación de los mismos.

- La lesión previa, la edad en aumento a partir de los 23 años, la congestión del fixture, el manejo de la carga en los entrenamientos, la fatiga al final de cada tiempo de juego y los desequilibrios de fuerza (ratio H:Q y asimetrías bilaterales de los isquiotibiales) parecen ser los FR más predisponentes a la hora de predecir una futura HSI, es importante seguir indagando sobre qué rol cumplen la flexibilidad, ROM y la musculatura del CORE durante los movimientos de sprint lanzados ya que su protagonismo en la HSI no está del todo dilucidada.

- Para finalizar, si bien el ejercicio nórdico por si solo genera grandes resultados, la implementación del mismo dentro de un protocolo o realizado con otro tipo de intervención (sprint y flexibilidad) sería efectivo en la disminución de las variables analizadas.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Danielsson A, Horvath A, Senorski C, Alentorn-Geli E, Garrett WE, Cugat R, et al. The mechanism of hamstring injuries – a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disord* [Internet]. diciembre de 2020 [citado 8 de julio de 2022];21(1):641. Disponible en: <https://bmcmusculoskeletaldisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-020-03658-8>
2. Lee JWY, Mok KM, Chan HCK, Yung PSH, Chan KM. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *J Sci Med Sport* [Internet]. agosto de 2018 [citado 9 de julio de 2022];21(8):789-93. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244017318224>
3. Arner JW, McClincy MP, Bradley JP. Hamstring Injuries in Athletes: Evidence-based Treatment. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. diciembre de 2019 [citado 9 de julio de 2022];27(23):868-77. Disponible en: <http://journals.lww.com/00124635-201912010-00002>
4. Askling C. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med* [Internet]. 1 de enero de 2006 [citado 9 de julio de 2022];40(1):40-4. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsm.2005.018879>
5. Chumanov ES, Schache AG, Heiderscheit BC, Thelen DG. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med* [Internet]. febrero de 2012 [citado 9 de julio de 2022];46(2):90-90. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2011-090176>
6. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute First-Time Hamstring Strains during High-Speed Running: A Longitudinal Study Including Clinical and Magnetic Resonance Imaging Findings. *Am J Sports Med* [Internet]. febrero de 2007 [citado 9 de julio de 2022];35(2):197-206. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546506294679>
7. Isern-Kebschull J, Mechó S, Pruna R, Kassarian A, Valle X, Yanguas X, et al. Sports-related lower limb muscle injuries: pattern recognition approach and MRI review. *Insights Imaging* [Internet]. diciembre de 2020 [citado 9 de julio de 2022];11(1):108. Disponible en: <https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1186/s13244-020-00912-4>

8. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med* [Internet]. junio de 2016 [citado 9 de julio de 2022];50(12):731-7. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095359>
9. Kerkhoffs GMMJ, van Es N, Wieldraaijer T, Sierevelt IN, Ekstrand J, van Dijk CN. Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. febrero de 2013 [citado 9 de julio de 2022];21(2):500-9. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-012-2055-x>
10. Dalton SL, Kerr ZY, Dompier TP. Epidemiology of Hamstring Strains in 25 NCAA Sports in the 2009-2010 to 2013-2014 Academic Years. *Am J Sports Med* [Internet]. noviembre de 2015 [citado 9 de julio de 2022];43(11):2671-9. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546515599631>
11. Ekstrand J. Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. *Br J Sports Med* [Internet]. agosto de 2013 [citado 27 de julio de 2022];47(12):723-4. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2013-092771>
12. Mjolsnes R, Arnason A, osthagen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. octubre de 2004 [citado 19 de julio de 2022];14(5):311-7. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1600-0838.2003.367.x>
13. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study: Prevention of hamstring strains in soccer. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 12 de marzo de 2007 [citado 19 de julio de 2022];18(1):40-8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
14. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of Injuries among Male Soccer Players: A Prospective, Randomized Intervention Study Targeting Players with Previous Injuries or Reduced Function. *Am J Sports Med* [Internet]. junio de 2008 [citado 19 de julio de 2022];36(6):1052-60. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546508314432>
15. Gabbe BJ, Branson R, Bennell KL. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football.

- J Sci Med Sport [Internet]. mayo de 2006 [citado 6 de agosto de 2022];9(1-2):103-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244006000065>
16. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload: Hamstring training in soccer players. Scand J Med Sci Sports [Internet]. agosto de 2003 [citado 6 de agosto de 2022];13(4):244-50. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x>
  17. Reilly T, Atkinson G, editores. Contemporary Sport, Leisure and Ergonomics [Internet]. 0 ed. Routledge; 2009 [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781134028184>
  18. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. Br J Sports Med [Internet]. abril de 2013 [citado 12 de julio de 2022];47(6):342-50. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2012-091448>
  19. Kenneally-Dabrowski CJB, Brown NAT, Lai AKM, Perriman D, Spratford W, Serpell BG. Late swing or early stance? A narrative review of hamstring injury mechanisms during high-speed running. Scand J Med Sci Sports [Internet]. agosto de 2019 [citado 12 de julio de 2022];29(8):1083-91. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.13437>
  20. Yu B, Queen RM, Abbey AN, Liu Y, Moorman CT, Garrett WE. Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. J Biomech [Internet]. noviembre de 2008 [citado 12 de julio de 2022];41(15):3121-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929008004557>
  21. Timmins RG, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Biceps Femoris Long Head Architecture: A Reliability and Retrospective Injury Study. Med Sci Sports Exerc [Internet]. mayo de 2015 [citado 9 de julio de 2022];47(5):905-13. Disponible en: <https://journals.lww.com/00005768-201505000-00003>
  22. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. Am J Sports Med [Internet]. agosto de 2006 [citado 9 de julio de 2022];34(8):1297-306. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546505286022>

23. Ernlund L, Vieira L de A. Hamstring injuries: update article. *Rev Bras Ortop Engl Ed* [Internet]. junio de 2017 [citado 9 de julio de 2022];52(4):373-82. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2255497117300599>
24. Woods C. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med* [Internet]. 1 de febrero de 2004 [citado 14 de julio de 2022];38(1):36-41. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsm.2002.002352>
25. Verrall GM, Kalirajah Y, Slavotinek JP, Spriggins AJ. Assessment of player performance following return to sport after hamstring muscle strain injury. *J Sci Med Sport* [Internet]. mayo de 2006 [citado 9 de julio de 2022];9(1-2):87-90. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244006000314>
26. Järvinen TA, Järvinen M, Kalimo H. Regeneration of injured skeletal muscle after the injury. *Muscles Ligaments Tendons J*. octubre de 2013;3(4):337-45.
27. Evangelidis PE, Massey GJ, Ferguson RA, Wheeler PC, Pain MTG, Folland JP. The functional significance of hamstrings composition: is it really a “fast” muscle group? *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. noviembre de 2017 [citado 9 de julio de 2022];27(11):1181-9. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.12786>
28. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring Strain Injuries: Factors that Lead to Injury and Re-Injury. *Sports Med* [Internet]. marzo de 2012 [citado 9 de julio de 2022];42(3):209-26. Disponible en: <http://link.springer.com/10.2165/11594800-000000000-00000>
29. Agre JC. Hamstring Injuries: Proposed Aetiological Factors, Prevention, and Treatment. *Sports Med* [Internet]. 1985 [citado 13 de julio de 2022];2(1):21-33. Disponible en: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-198502010-00003>
30. Thorborg K, Opar D, Shield A, Kjær M, editores. *Prevention and rehabilitation of hamstring injuries*. Cham: Springer; 2020. 347 p.
31. Goom TSH, Malliaras P, Reiman MP, Purdam CR. Proximal Hamstring Tendinopathy: Clinical Aspects of Assessment and Management. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. junio de 2016 [citado 20 de julio de 2022];46(6):483-93. Disponible en: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2016.5986>
32. Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Warren P, Connell DA. A Comparison between Clinical Assessment and Magnetic Resonance Imaging of Acute Hamstring

- Injuries. *Am J Sports Med* [Internet]. junio de 2006 [citado 20 de julio de 2022];34(6):1008-15. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546505283835>
33. Gabbe BJ, Bennell KL, Finch CF. Why are older Australian football players at greater risk of hamstring injury? *J Sci Med Sport* [Internet]. agosto de 2006 [citado 20 de julio de 2022];9(4):327-33. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244006000119>
34. Martin RL, Cibulka MT, Bolgla LA, Koc TA, Loudon JK, Manske RC, et al. Hamstring Strain Injury in Athletes: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy and the American Academy of Sports Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. marzo de 2022 [citado 8 de julio de 2022];52(3):CPG1-44. Disponible en: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2022.0301>
35. Smirnova L, Derinov A, Glazkova I. Hamstring Structural Injury in Futsal Players. The Effect of Active Range of Motion (AROM) Deficit on Rehabilitation Period. *Muscle Ligaments Tendons J* [Internet]. noviembre de 2020 [citado 12 de julio de 2022];10(04):645. Disponible en: <http://www.mltj.online/hamstring-structural-injury-in-futsal-players-the-effect-of-active-range-of-motion-arom-deficit-on-rehabilitation-period/>
36. Hernández-Sánchez S, Korakakis V, Malliaropoulos N, Moreno-Perez V. Validation study of the Functional Assessment Scale for Acute Hamstring injuries in Spanish professional soccer players. *Clin Rehabil* [Internet]. abril de 2019 [citado 13 de julio de 2022];33(4):711-23. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215518815540>
37. De-la-Cruz-Torres B, Maffulli N, Hernández-Sánchez S. Cross-cultural adaptation of the Victorian institute of sports assessment - Hamstrings (VISA-H) questionnaire for Spanish speaking athletes with proximal hamstring tendinopathy. *Phys Ther Sport* [Internet]. septiembre de 2021 [citado 13 de julio de 2022];51:50-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1466853X21001127>
38. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol* [Internet]. enero de 2002 [citado 13 de julio de 2022];12(1):35-43. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00330-001-1164-6>
39. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Skjødt T, Bolvig L, Bang N, et al. The Diagnostic and Prognostic Value of Ultrasonography in Soccer Players With Acute

Hamstring Injuries. Am J Sports Med [Internet]. febrero de 2014 [citado 13 de julio de 2022];42(2):399-404. Disponible en:

<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546513512779>

40. Koulouris G, Connell DA, Brukner P, Schneider-Kolsky M. Magnetic Resonance Imaging Parameters for Assessing Risk of Recurrent Hamstring Injuries in Elite Athletes. Am J Sports Med [Internet]. septiembre de 2007 [citado 30 de julio de 2022];35(9):1500-6. Disponible en:

<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546507301258>

41. van der Horst N, Backx F, Goedhart EA, Huisstede BM. Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. Br J Sports Med [Internet]. noviembre de 2017 [citado 13 de julio de 2022];51(22):1583-91. Disponible en:

<https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097206>

42. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. Br J Sports Med [Internet]. julio de 2016 [citado 12 de julio de 2022];50(14):853-64. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-096278>

43. Hickey JT, Opar DA, Weiss LJ, Heiderscheit BC. Hamstring Strain Injury Rehabilitation. J Athl Train [Internet]. 1 de febrero de 2022 [citado 13 de julio de 2022];57(2):125-35. Disponible en:

<https://meridian.allenpress.com/jat/article/57/2/125/466426/Hamstring-Strain-Injury-Rehabilitation>

44. Kornberg C, Lew P. The Effect of Stretching Neural Structures on Grade One Hamstring Injuries. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. junio de 1989 [citado 13 de julio de 2022];10(12):481-7. Disponible en:

<http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.1989.10.12.481>

45. Malliaropoulos N, Mendiguchia J, Pehlivanidis H, Papadopoulou S, Valle X, Malliaras P, et al. Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. Br J Sports Med [Internet]. septiembre de 2012 [citado 14 de julio de 2022];46(12):846-51. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2011-090474>

46. Bahr R. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med [Internet]. 1 de junio de 2005 [citado 14 de julio de

2022];39(6):324-9. Disponible en:

<https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjasm.2005.018341>

47. Iga J, Fruer C, Deighan M, Croix MD, James DV. 'Nordic' Hamstrings Exercise – Engagement Characteristics and Training Responses. *Int J Sports Med* [Internet]. 15 de agosto de 2012 [citado 30 de julio de 2022];33(12):1000-4. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0032-1304591>

48. McNeill W. About eccentric exercise. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. julio de 2015 [citado 14 de julio de 2022];19(3):553-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1360859215001151>

49. Guruhan S, Kafa N, Ecemis ZB, Guzel NA. Muscle Activation Differences During Eccentric Hamstring Exercises. *Sports Health Multidiscip Approach* [Internet]. marzo de 2021 [citado 16 de julio de 2022];13(2):181-6. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1941738120938649>

50. Bourne MN, Williams MD, Opar DA, Al Najjar A, Kerr GK, Shield AJ. Impact of exercise selection on hamstring muscle activation. *Br J Sports Med* [Internet]. julio de 2017 [citado 16 de julio de 2022];51(13):1021-8. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095739>

51. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *Am J Sports Med* [Internet]. junio de 2011 [citado 27 de julio de 2022];39(6):1226-32. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546510395879>

52. Gabbe BJ, Bennell KL, Finch CF, Wajswelner H, Orchard JW. Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. febrero de 2006 [citado 14 de julio de 2022];16(1):7-13. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0838.2005.00441.x>

53. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer: The UEFA Injury Study. *Am J Sports Med* [Internet]. febrero de 2013 [citado 14 de julio de 2022];41(2):327-35. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546512470634>

54. Freitas SR, Abrantes F, Santos F, Mascarenhas V, Oliveira R, Firmino T, et al. Is Biceps Femoris Aponeurosis Size an Independent Risk Factor for Strain Injury? *Int J Sports Med* [Internet]. julio de 2020 [citado 14 de julio de 2022];41(08):552-7. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/a-1028-7322>

55. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Study. *Am J Sports Med* [Internet]. agosto de 2008 [citado 14 de julio de 2022];36(8):1469-75. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546508316764>
56. Svensson K, Eckerman M, Alricsson M, Magounakis T, Werner S. Muscle injuries of the dominant or non-dominant leg in male football players at elite level. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. marzo de 2018 [citado 14 de julio de 2022];26(3):933-7. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-016-4200-4>
57. Weston M. Training load monitoring in elite English soccer: a comparison of practices and perceptions between coaches and practitioners. *Sci Med Footb* [Internet]. 3 de julio de 2018 [citado 14 de julio de 2022];2(3):216-24. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24733938.2018.1427883>
58. Bengtsson H, Ekstrand J, Hägglund M. Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med* [Internet]. agosto de 2013 [citado 14 de julio de 2022];47(12):743-7. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2013-092383>
59. Carling C, McCall A, Le Gall F, Dupont G. The impact of short periods of match congestion on injury risk and patterns in an elite football club. *Br J Sports Med* [Internet]. junio de 2016 [citado 14 de julio de 2022];50(12):764-8. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095501>
60. Small K, McNaughton LR, Greig M, Lohkamp M, Lovell R. Soccer Fatigue, Sprinting and Hamstring Injury Risk. *Int J Sports Med* [Internet]. agosto de 2009 [citado 14 de julio de 2022];30(08):573-8. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0029-1202822>
61. Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med* [Internet]. 1 de julio de 2011 [citado 14 de julio de 2022];45(9):709-14. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsm.2010.077560>
62. Schuermans J, Danneels L, Van Tiggelen D, Palmans T, Witvrouw E. Proximal Neuromuscular Control Protects Against Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Prospective Study With Electromyography Time-Series Analysis During Maximal

Sprinting. *Am J Sports Med* [Internet]. mayo de 2017 [citado 14 de julio de 2022];45(6):1315-25. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546516687750>

63. Bohannon RW, Tiberio D, Zito M. Selected Measures of Ankle Dorsiflexion Range of Motion: Differences and Intercorrelations. *Foot Ankle* [Internet]. octubre de 1989 [citado 14 de julio de 2022];10(2):99-103. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/107110078901000209>

64. van Dyk N, Farooq A, Bahr R, Witvrouw E. Hamstring and Ankle Flexibility Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Cohort Study of 438 Players Including 78 Injuries. *Am J Sports Med* [Internet]. julio de 2018 [citado 14 de julio de 2022];46(9):2203-10. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546518773057>

65. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br J Sports Med* [Internet]. diciembre de 2016 [citado 14 de julio de 2022];50(24):1524-35. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095362>

66. van der Horst N, Smits DW, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJG. The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* [Internet]. junio de 2015 [citado 19 de julio de 2022];43(6):1316-23. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546515574057>

67. Hasebe Y, Akasaka K, Otsudo T, Tachibana Y, Hall T, Yamamoto M. Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med* [Internet]. marzo de 2020 [citado 19 de julio de 2022];41(03):154-60. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/a-1034-7854>

68. Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, Martinez-Martinez F, Idoate F, et al. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. julio de 2017 [citado 19 de julio de 2022];49(7):1482-92. Disponible en: <https://journals.lww.com/00005768-201707000-00025>

69. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men's Soccer: A

Cluster-Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med [Internet]. noviembre de 2011 [citado 19 de julio de 2022];39(11):2296-303. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546511419277>

70. Elerian AE, El-Sayyad MM, Dorgham HAA. Effect of Pre-training and Post-training Nordic Exercise on Hamstring Injury Prevention, Recurrence, and Severity in Soccer Players. Ann Rehabil Med [Internet]. 31 de agosto de 2019 [citado 19 de julio de 2022];43(4):465-73. Disponible en: <http://e-arm.org/journal/view.php?doi=10.5535/arm.2019.43.4.465>

71. Lovell R, Knox M, Weston M, Siegler JC, Brennan S, Marshall PWM. Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? Scand J Med Sci Sports [Internet]. febrero de 2018 [citado 20 de julio de 2022];28(2):658-66. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.12925>

## **XII. ANEXOS**

### **XII.I Escalas Funcionales**

#### **Apéndice A: FASH**

Ítems de la Escala de Evaluación Funcional para Lesiones Agudas de Isquiotibiales

- 
1. Si ha tenido una lesión aguda en los isquiotibiales, califique su nivel actual de dolor y/o malestar.
  2. ¿Practicas actualmente algún deporte, entrenamiento u otra actividad física?
  3. ¿Cuánto dolor tiene al caminar?
  4. ¿Cuánto dolor siente cuando trota o corre a paso lento?
  5. ¿Cuánto dolor siente al acelerar o correr 30 m?
  6. ¿Cuánto dolor siente durante el estiramiento estático de los isquiotibiales (toque de los dedos de los pies al pararse)?
  7. ¿Cuánto dolor siente durante el estiramiento funcional de los isquiotibiales (patada con la pierna recta)?
  8. ¿Tiene dolor o molestias cuando realiza una estocada completa con soporte de peso?
  9. ¿Puedes realizar un ejercicio nórdico (ejercicio en pareja en el que intentas resistir un movimiento de caída hacia adelante usando los isquiotibiales en todo el rango de movimiento hasta el suelo)?
  10. ¿Puedes realizar tres saltos de distancia con una sola pierna?
-

## Apéndice B: Escala VISA-H

---

### Ítems de la escala VISA-H

---

1. ¿Durante cuántos minutos puede sentarse/puede conducir un automóvil sin dolor?
2. ¿Cuánto dolor siente durante o inmediatamente después de estirar la parte posterior del muslo/isquiotibiales (manteniendo la rodilla recta)?
3. ¿Cuánto dolor siente durante o inmediatamente después de correr normalmente?
4. ¿Cuánto dolor tienes durante o inmediatamente después de correr?
5. ¿Cuánto dolor tiene durante o inmediatamente después de una estocada con carga completa?
6. ¿Cuánto dolor siente durante o inmediatamente después de levantar un objeto del piso (manteniendo la rodilla recta)?
7. ¿Actualmente practicas deporte u otra actividad física?
8. ¿Durante cuánto tiempo puedes estar entrenando/físicamente activo?

## XII.II Protocolos propuesto por los autores

### Apéndice D: Protocolo propuesto por Yuki Hasebe et. al.<sup>(67)</sup>

Semanas	Frecuencia por semana	Nº de juegos por sección	Repeticiones por serie
1	1	5	2
2-3	2	6	2
4-6	2	6	3
7-9	2	6, 7, 8	3
10-13	2	8, 9, 10	3
14-27	2	10, 9, 8	3

### Apéndice E: Protocolo propuesto por Petersen et. al.<sup>(69)</sup>

Week	Sessions Per Week	Sets and Repetitions
1	1	2 × 5
2	2	2 × 6
3	3	3 × 6-8
4	3	3 × 8-10
5-10	3	3 sets, 12-10-8 reps
10+	1	3 sets, 12-10-8 reps

**Apéndice F:** Protocolo propuesto por **Van der horst et. al.**<sup>(66)</sup>

Wk	Frequency, per wk	No. of Sets per Training	Repetitions per Set
1	1	2	5
2	2	2	6
3	2	3	6
4	2	3	6, 7, 8
5	2	3	8, 9, 10
6-13	2	3	10, 9, 8

**Apéndice G:** Protocolo propuesto por **Arnason et. al.**<sup>(13)</sup>

Week	Sessions per week	Sets and repetitions
1	1	2 × 5
2	2	2 × 6
3	3	3 × 6-8
4	3	3 × 8-10
5-10	3	3 sets, 12-10-8 reps

**Apéndice H:** Protocolo propuesto por **Engebresten et. al.**<sup>(14)</sup>

Week	No. of Training Sessions Per Week	No. of Repetitions
1	1	5 + 5
2	2	6 + 6
3	3	3 × 6-8
4	3	3 × 8-10
5-10	3	12 + 10 + 8

Apéndice I: Protocolo propuesto por Elerian et. al.<sup>(70)</sup>

Post.

Pre.

Semana	Frecuencia de la sesión	Conjuntos	repeticiones	Volumen semanal	Semana	Frecuencia de la sesión	Conjuntos	repeticiones	Volumen semanal
1	1	1	2	5	1	1	2	5	10
2	2	1	2	10	2	2	3	5	30
3	2	1	3	12	3	2	3	6	36
4	2	2	3	24	4	2	4	6	48
5	2	2	3	28	5	2	4	7	56
6	2	2	3	28	6	2	4	7	56
7	2	2	4	32	7	2	4	8	64
8	2	2	4	32	8	2	4	8	64
9	2	2	4	36	9	2	4	9	72
10	2	2	5	36	10	2	4	9	72
11	2	2	5	40	11	2	4	10	80
12	2	2	6	48	12	2	4	12	96

Apéndice J: Protocolo propuesto por Mendiguchia et. al.<sup>(68)</sup>

	REGENERATION PHASE	FUNCTIONAL PHASE
Manual Therapy	Manual therapy: - Plantar fascia, gastrocnemius and hamstring (avoiding injury site) massage - Lumbar Z-joint mobilization - Sliding Neural Mobilization (3 x 12 reps)  NMES	Manual therapy: - Plantar fascia, gastrocnemius and hamstring (injury site included) massage - Lumbar Z-joint mobilization  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1. 2. 3</span>
Flexibility	Psoas static flexibility with pelvic retroversion (4 x 15 sec) Quadriceps dynamic mobility (2 x 8 reps) Hamstring dynamic mobility with fitball (2 x 8 reps) Hamstring dynamic mobility supine (2 patterns) (2 x 8 reps)	Hamstring dynamic mobility + contralateral psoas flexibility (2 x 5 reps) Hamstring wall flexibility (Push/Pull) (3 x 3 reps)  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2. 3</span>
Gluteus	<b>Gluteus Maximus</b> (Choose an option daily as pain tolerated): <b>Option A</b> Prone hip extension (2 x 10 reps x 3 sec) Single leg bridge + contralateral kick (as tolerated) (2 x 5 reps x 3 sec) Double leg bridge (50% BW; 3 x 6 reps x 3 sec) <b>Option B</b> Hip thrust (40% BW; 3 x 6 reps x 3 sec) Single leg bridge + contralateral kick (as tolerated) (10% BW; 2 x 4 reps x 3 sec) Single leg hip thrust + contralateral kick (as tolerated) (3 x 6 reps x 3 sec) <b>Gluteus Medius:</b> Clamshell with band (3 x 6 reps x 3 sec) Side lying hip abduction with band (3 x 6 reps x 3 sec)	<b>Gluteus Maximus</b> (Choose an option): <b>Option A</b> Single leg hip thrust (10% BW; 3 x 4 reps x 3 sec) Double leg hip thrust (60% BW; 3 x 8 reps x 3 sec) Walking sled push (75% BW; 15 m x 2 reps) <b>Option B</b> Single-leg foot and shoulder elevated hip thrust + contralateral kick (2 x 4 reps x 3 sec) Single leg back extension + perturbations (2 x 4 reps) Swing leg hip extension + contralateral hip flexion (2 x 3 changes) <b>Gluteus Medius:</b> Side step running with band (5 m x 5 go and back) Monster running with band (5 m x 5 go and back)  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>
Hamstring strength	Prone isometrics (mid and long length) (2 x 5 reps x 5 sec) Standing long length isometrics (2 x 5 reps x 5 sec) Supine isometrics (tolerated degrees) (2 x 5 reps x 3 sec) Submaximal eccentric manual resistance in prone (intensity as tolerated) (2 x 8 reps)	(4 Hamstring strength exercises per session selecting 2 hip dominant and 2 knee dominant)  <b>HIP dominant</b> Double leg deadlift with 4 kg medicine Ball (2 x 8 reps) Lunge (15% BW; 2 x 6 reps) Single leg deadlift with 15kg + step up (2 x 6 reps) <b>KNEE dominant</b> Double leg slide curl (2 x 6 reps) Nordic hamstring (2 x 4 reps) Sprinter eccentric leg curl (2 x 6 reps)  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>

Phyometrics		Double leg hurdle hop with trunk flexion (2 x 4 reps) Double broad jump with 5 kg (2 x 4 reps) 2 consecutive explosive scissor jumps (3 times) Single leg horizontal jump (2 x 3 reps)	2
Ankle stabilizers	Double leg hamstring / gastrocnemius disassociation drill (3 x 6 reps) Single leg hamstring / gastrocnemius disassociation drill (2 x 6 reps) Step bounding side to side (25% BW; 2 x 10 reps)	Ankle drill 1 (20% BW; 10 m x 4 reps) Ankle drill 2 (20% BW; 10 m x 4 reps)	2
Lumbopelvic control	Side bridge feet in bench + perturbation (2 x 5 reps x 5 sec) Birdog (2 x 5 reps x 5 sec) Long lever posterior pelvic plank (2 x 4 reps x 5 sec) Leg scissors arms on the floor (2 x 5 reps x 5 sec)	Stir the pot with fitball (3 x 2 reps) Leg Scissors arms on the chest (2 x 5 reps x 5 sec) Single-leg stand rotating reaches 4 kg (2 x 6 reps) TRX helicopter (2 x 4 reps) Sprinter push/pull with pulleys (2 x 6 reps)	2, 3
Running technique	<b>Frontal plane running drills</b>  Low- to moderate-intensity sidestepping (10 m x 5 reps) Low- to moderate-intensity grapevine stepping (10 m x 5 reps) Low- to moderate-intensity steps forward and backward over a tape line while moving sideways (10 m x 5 reps)  <b>Sagittal plane running drills</b> (vertical emphasized execution specially first days or painful subjects)  - 8 running exercise drills (statics in place dynamics over 8m)  Running 5 m + 5 m deceleration (4 reps) Running 10 m + 5 m deceleration (3 reps) Running 15 m + 5 m deceleration (2 reps)	<b>Warm Up:</b> Hamstring Ballistic stretching (2 x 6 reps) Static "B" drill with resisted band (2 x 5 reps)  Hurdle drills (1 set walking lower intensity, 1 set bounding higher intensity) Hurdle drill 1 (2 reps) Hurdle drill 2 (2 reps) Hurdle drill 3 (2 reps) Hurdle drill 4 (2 reps)  Military march (15 m x 2 reps) Lunge + deadlift (4 reps for each leg) Lunge + "B" drill (4 reps for each leg) From Skipping to running (20 m x 4 reps) Sprint bounding (15 m x 3 reps) Running with hurdle jumps (15 m x 1 rep) Sprinting 5 m (3 reps), 10 m (3 reps), 15 m (4 reps), 20 m (3 reps), 30 m (2 reps) and 40 m (1 rep) (15 sec of rest per each 1 sec sprinting) Sled push resisted accelerations (30% BW) 5 m (3 reps) and 10 m (2 reps)	1

1, contents corresponding to the training day 1; 2, contents corresponding to the training day 2; 3, contents corresponding to the training day 3. Minimum of three blocks 1-2-3 in the functional phase before RTS.

Reps, repetitions; BW, body weight; NMES, neuromuscular electrical stimulation.

\*Mild discomfort allowed during exercises execution.