



Cómo citar este artículo:

Ramírez Lucas, J. M. (2023). Efecto de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos sobre factores de riesgo de lesión de músculos isquiosurales en futbolistas amateurs. Estudio piloto. *MLS Sport Research*, 3(1), 37-58. doi: 10.54716/mlssr.v3i1.2216.

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ISOMÉTRICOS SOBRE FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN DE MÚSCULOS ISQUIOSURALES EN FUTBOLISTAS AMATEURS. ESTUDIO PILOTO

Juan Miguel Ramírez Lucas

Universidad de Jaén (España)

jmrl0014@red.ujaen.es · <https://orcid.org/0000-0002-9353-919X>

Resumen. En el fútbol las lesiones musculares representan el 38%. La musculatura isquiosural (HSM) fue el grupo muscular más frecuentemente lesionado, representando el 39.5% de todas las lesiones musculares y el 16.3% de todas las lesiones. Se ha demostrado que el entrenamiento excéntrico de los isquiosurales aumenta la longitud de los fascículos de la cabeza larga del bíceps femoral (BF_{lh}), es decir, este entrenamiento disminuye el riesgo de lesión, pero puede conducir a la aparición de dolor muscular. Aunque, es menos probable que un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos provoque dolor muscular. Por ello, el objetivo del presente estudio piloto fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos (10 semanas) sobre factores de riesgo de lesión en la HSM en jugadores de fútbol amateurs. Los participantes (n=18) fueron asignados aleatoriamente a un grupo control (n=9) y experimental (n=9). Se evaluaron los síntomas y riesgo de lesión en HSM (Hamstring Outcome Score), potencia (salto vertical) y fuerza (single leg bridge test) de HSM. Los análisis mostraron que en el grupo experimental hubo mejorías en todas las variables, pero solo resultaron significativas las mejorías en fuerza de HSM derechos (p=0.003, d=0.679), y total (p=0.038, d=0.52). Se puede concluir que un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos antes de la sesión técnico-táctica podría reducir el riesgo de lesión en HSM, aunque estos resultados deben ser tomados con precaución y se recomienda la realización de futuros estudios con una muestra mayor.

Palabras clave: Musculatura isquiosural; Fútbol; Prevención; Riesgo de lesiones.

EFFECT OF AN ISOMETRIC EXERCISE TRAINING PROGRAM ON HAMSTRING INJURY RISK FACTORS IN AMATEUR SOCCER PLAYERS. A PILOT STUDY

Abstract. In soccer, muscle injuries represent 38%. The hamstring musculature (HSM) was the most frequently injured muscle group, accounting for 39.5% of all muscle injuries and 16.3% of all injuries. Eccentric training of the hamstrings has been shown to increase the length of the fascicles of the long head of the biceps femoris (BF_{lh}), that is, this training decreases the risk of injury, but may lead to the development of muscle soreness. Although, a training program with isometric exercises is less likely to cause muscle soreness. Therefore, the aim of the present

pilot study was to analyze the effects of an isometric exercise training program (10 weeks) on HSM injury risk factors in amateur soccer players. Participants (n=18) were randomly assigned to a control (n=9) and experimental (n=9) group. Symptoms and injury risk in HSM (Hamstring Outcome Score), power (vertical jump) and strength (single leg bridge test) of HSM were evaluated. The analyses showed that in the experimental group there were improvements in all variables, but only the improvements in right HSM strength ($p=0.003$, $d=0.679$) and total HSM strength ($p=0.038$, $d=0.52$) were significant. It can be concluded that a training program with isometric exercises before the technical-tactical session could reduce the risk of injury in HSM, although these results should be taken with caution and future studies with a larger sample are recommended.

Keywords: Hamstring muscles; Soccer; Prevention; Injury risk.

Introducción

Epidemiología

En el fútbol la incidencia de lesiones es muy elevada en las extremidades inferiores representando el 64.2% (Jones et al., 2019). En un estudio realizado a jugadores amateurs por van Beijsterveldt et al. (2014), el 60% de los jugadores se lesionaron durante una temporada, siendo las lesiones musculares el 38% y el 14% fueron recaídas. Asimismo, la región del muslo fue el lugar más común de lesión (31.7%) seguido de la rodilla (14.6%) y el tobillo (13%) (Jones et al., 2019). En otro estudio de Ekstrand et al. (2011) observaron que un tercio de todas las lesiones en el fútbol son lesiones musculares y que la gran mayoría (92%) afectan a los 4 principales grupos musculares de las extremidades inferiores: isquiosurales (37%), aductores (23%), cuádriceps (19%) y gemelos (13%). La musculatura isquiosural (HSM) fue el grupo muscular más frecuentemente lesionado, representando el 39.5% de todas las lesiones musculares y el 16.3% de todas las lesiones (Jones et al., 2019). En línea con lo anterior, la lesión de la HSM es conocida como el problema muscular número uno en el fútbol masculino aficionado y representan el 15.9% de todas las lesiones (van Beijsterveldt et al., 2014). Por otro lado, hay que tener en cuenta que un equipo de 25 jugadores puede esperar unas 15 lesiones musculares cada temporada, con una pérdida de tiempo de aproximadamente 2 semanas por cada lesión (Ekstrand et al., 2011). Aunque, en una investigación de Ekstrand et al. (2016) observaron un aumento anual del 2.3% por cada 1000 horas de partido y un aumento anual del 4% por cada 1000 horas de entrenamiento.

Programa de entrenamiento

Desde la perspectiva de la mejora del rendimiento como de la prevención de lesiones (Van Hooren & Bosch, 2017b; Van Hooren & Bosch, 2018), es importante el tipo de contracción muscular, puesto que se ha demostrado que el entrenamiento excéntrico de los isquiosurales aumenta la longitud de los fascículos de la BFlh, es decir, este tipo de entrenamiento disminuye el riesgo de lesión (Timmins et al., 2016). El ejercicio más utilizado es el Nordic Hamstring Exercise (NHE) que es un ejercicio excéntrico que mejora la producción de fuerza de los isquiosurales solo alrededor de una articulación (la rodilla). Añadir, que los ejercicios excéntricos pueden conducir a la aparición de dolor muscular, especialmente en las primeras semanas del programa de entrenamiento (Petersen et al., 2011) y en varios estudios ha sido una razón para que algunos jugadores abandonaran la intervención (Arnason et al., 2008; van der Horst et al., 2015). Por lo que, es menos probable que un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos provoque dolor muscular (Van Hooren & Bosch, 2017b; Van Hooren & Bosch, 2018). De la misma manera, se ha demostrado que el entrenamiento isométrico supone un menor coste mecánico que el entrenamiento pliométrico y que a partir de 6 semanas de entrenamiento se incrementan de forma significativa la rigidez tendinosa y la Rate of Force

Development (RFD) (Burgess et al., 2007). Como la carga competitiva es demasiado alta, debido al periodo competitivo y es probable que la HSM esté en riesgo, podemos reducir esas demandas mecánicas utilizando un programa de entrenamiento con ejercicios isométrico en lugar de otro tipo de entrenamiento (Burgess et al., 2007).

En el club donde se ha llevado a cabo la intervención, la muestra está compuesta por deportistas aficionados con ninguna o poca experiencia en entrenamiento de fuerza (Raya-González et al., 2021). Los autores sugieren que se utilicen un máximo de 2-3 ejercicios activando la HSM, con un volumen de 15-25 minutos por sesión, con una duración de las repeticiones ≤ 10 segundos (para evitar acidez muscular) y con un máximo de 3 series (McGill, 2010; Van Hooren & Bosch, 2017b; Van Hooren & Bosch, 2018). Esto proporcionará un estímulo eficaz, pero evitará la fatiga excesiva y permitirá combinar el programa de entrenamiento isométrico con otro entrenamiento (Van Hooren & Bosch, 2018). Una frecuencia de 2 veces por semana puede ser suficiente para mejorar y mantener la fuerza (Peterson et al., 2004). Sin embargo, el entrenamiento excéntrico no debería ser sustituido por un programa de entrenamiento isométrico (Van Hooren & Bosch, 2018). Hasta donde sabemos, en la literatura científica no se han realizado estudios con programas de ejercicios isométricos centrados en las lesiones de la HSM.

El principal objetivo de este estudio consistió en realizar un estudio piloto para determinar los efectos de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas sobre factores de riesgo de lesión en los músculos isquiosurales en jugadores de fútbol amateurs. Nuestra hipótesis es que la realización de un programa de entrenamiento isométrico de 10 semanas puede disminuir los factores de riesgo de lesión en la HSM.

Método

Diseño

Se trata de un estudio cuantitativo longitudinal y se utilizó un ensayo aleatorio controlado compuesto con un grupo experimental (GE n=9) y un grupo control (GC n=9). El GE fue sometido a un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas con una frecuencia de dos sesiones semanales en periodo de competición comenzando la semana del 14 de marzo y finalizando la semana del 23 de mayo de 2022. Los factores de riesgo y el rendimiento físico se evaluaron previos y posteriormente a la realización del programa de fuerza a través del cuestionario sociodemográfico, el cuestionario Hamstring Outcome Score (HaOS), la potencia del miembro inferior y la prueba Single Leg Bridge Test (SLBT). Los cuestionarios y los saltos se realizaron en el vestuario y la prueba SLBT se realizó en el campo de fútbol donde los jugadores realizan los entrenamientos. Ambas sesiones de valoración se realizaron entre las 19:20 hasta las 20:00 horas, y a todos los jugadores se les indicó que en ambas pruebas dieran el máximo. Al GC no se le aplicó ningún programa de entrenamiento, solamente la sesión técnico-táctica. El GE realizó la sesión de fuerza antes de comenzar la sesión principal de entrenamiento. La intervención duraba entre 15-30 minutos. Todos los procedimientos fueron aprobados por la comisión de ética de la Universidad de Jaén (MAR.22/4.TFM) y se llevaron a cabo de acuerdo al Código de Ética de la Asociación Médica Mundial para estudios con humanos (Declaración de Helsinki).

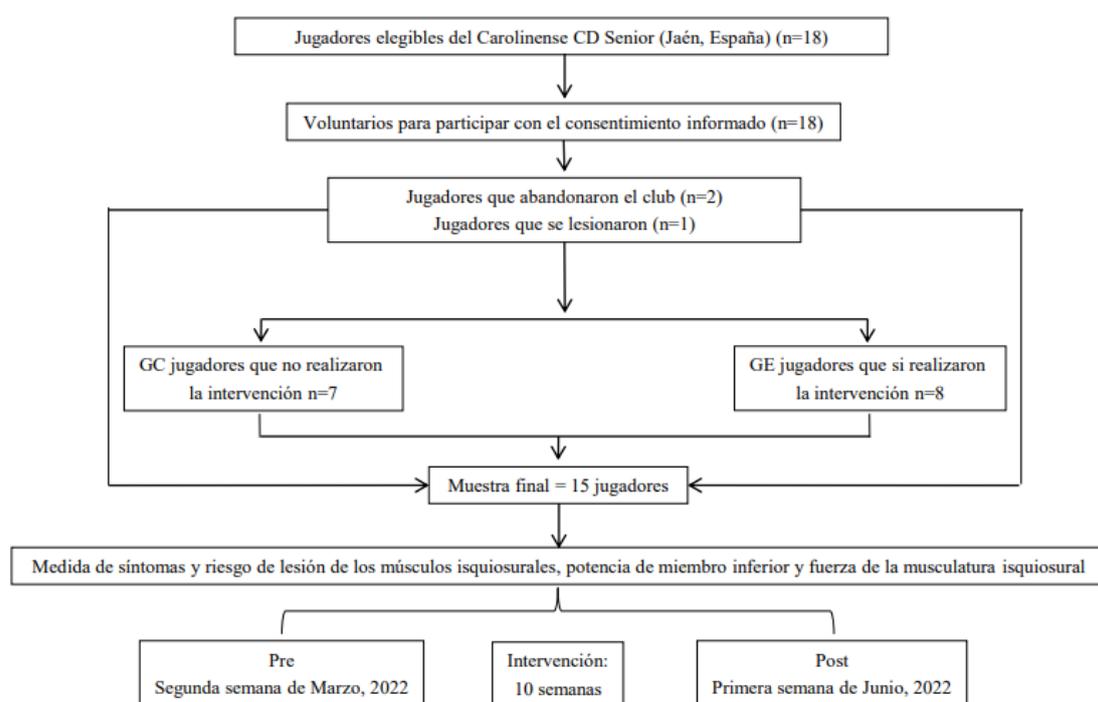
Participantes

Inicialmente, 18 jugadores masculinos de 18-38 años pertenecientes al Carolinense CD aceptaron participar en la investigación. Los jugadores debían haber participado en al menos el 70% de las sesiones de entrenamiento durante las 10 semanas de duración del GE. Como

Los criterios de inclusión los jugadores tenían que estar federados y ser mayores de 18 años. Como criterios de exclusión del estudio fue participar en cualquier programa de fuerza adicional durante las semanas que se ejecuta la intervención, enfermedad o lesiones músculo-esqueléticas que impidan realizar el protocolo. Para la asignación a grupos se empleó una tabla de números aleatorios generados por ordenador. Todos los participantes continuaron con su programa de entrenamiento habitual y el GE, además realizó el programa de ejercicios isométricos. El entrenamiento habitual consistía en una activación de balón en espacios reducidos, a continuación, realizaban posesiones en espacios medianos y grandes, y se solía finalizar la sesión con ataques-defensas o partidos modificados. Los datos fueron recogidos durante la temporada 2022 por miembros instruidos del grupo de investigación. La distribución de la intervención se puede ver en la figura 1.

Figura 1

Representación Gráfica del Diseño Longitudinal con Intervención del Estudio



Variables e instrumentos

Justo antes del inicio del período de intervención se recogieron una serie de datos sociodemográficos como la edad, el estado educacional, civil y ocupacional, hábito tabáquico. Para obtener las medidas de peso y altura se empleó una báscula SECA 634 y el estadiómetro SECA 22, Hamburgo (Alemania), respectivamente. Ambas medidas se realizaron con ropa ligera y sin calzado. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000), la tipología corporal se calculó mediante el Índice de Masa Corporal (IMC) mediante la fórmula: masa (kg)/talla 2 (m). Un IMC < 25 kg / m² indica peso normal, 25 ≤ IMC < 30 kg / m² indica sobrepeso, y un IMC ≥ 30 kg / m² indica obesidad. Además, se recogieron una serie de datos relacionados con la práctica del fútbol como la experiencia jugando al fútbol (años), partidos jugados (como titulares y suplentes), pierna dominante y posición en el campo. Finalmente se preguntaron los antecedentes de lesiones de miembro inferior (región isquiosural, rodilla, pierna y tobillo/pie).

Variables dependientes

Los procedimientos de las pruebas se llevaron a cabo una semana antes del inicio del programa, el 8 de marzo (martes) y 10 de marzo (jueves) de 2022, con una antelación de 40 min antes de la sesión de entrenamiento. El cuestionario HaOS y la prueba SLHB se realizaron el 8 de marzo. El 10 de marzo se realizaron los saltos verticales, y antes de realizar las dos pruebas de salto vertical, todos los jugadores realizaron un calentamiento de 10 min de carrera continúa con estiramientos dinámicos (Venturelli et al., 2011). Cuando se terminó el programa de entrenamiento de 10 semanas se volvió a repetir las pruebas en el mismo orden y a la misma hora, pero el día 31 de mayo (martes) y 2 de junio (jueves) de 2022 (Rey et al., 2017).

Síntomas y riesgo de lesión de los músculos isquiosurales

Cada jugador relleno un cuestionario de referencia que incluía la puntuación del cuestionario HaOS y las características sociodemográficas y lesiones previas de los futbolistas (Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021). El HaOS original (Engebretsen et al., 2008) se tradujo al español (alfa de Cronbach de 0.949 por ítems y 0.850 por dominios) y consta de dos partes. La primera parte recoge el historial de lesiones de la HSM. Solo se ha utilizado la segunda parte para el análisis pre-post intervención y consta de cinco dimensiones: (1) Síntomas, (2) Inflamación/Molestias, (3) Dolor, (4) Función, Vida Diaria y Deporte, y (5) Calidad de Vida (Sierevelt et al., 2015; Tak et al., 2018). Los cuatro primeros dominios son relevantes para la vida diaria y para las tareas específicas del fútbol y del deporte, mientras que el dominio de la calidad de vida mide el miedo a volver a lesionarse (Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021). Las preguntas se puntuaron de 0 a 4, desde ninguna molestia hasta mucha molestia/dolor (Engebretsen et al., 2008; van de Hoef et al., 2021). La puntuación del cuestionario HaOS puede calcularse como una puntuación global y una puntuación para cada dominio. Las puntuaciones se calcularon como porcentajes de la puntuación máxima, con un jugador sin quejas puntuando el 100%, por lo tanto, una mayor puntuación implica un menor nivel de molestias. Las puntuaciones se calcularon mediante la siguiente fórmula que es $1 - (\text{puntuación} / \text{puntuación máxima}) * 100\%$. Se consideró que una puntuación del 80% o más indicaba un bajo riesgo de lesión en los isquiosurales (Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021).

Potencia del miembro inferior

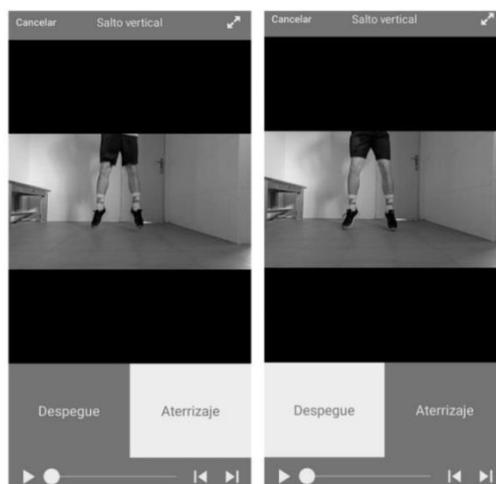
Las pruebas más comunes para evaluar la explosividad en los futbolistas son las pruebas de salto vertical tanto del SJ como del CMJ (Bogataj et al., 2020; Gallardo-Fuentes et al., 2016). Se realizaron 3 saltos por jugador, los 2 primeros saltos no fueron grabados y el tercer salto fue grabado para el análisis de vídeo con la app My Jump 2. Se estableció un intervalo de descanso de 30 segundos entre cada salto (Bogataj et al., 2020).

Se utilizó la app My Jump 2 (creada por Balsalobre-Fernández et al. (2015) que fue diseñada para analizar los saltos verticales). Esta app es capaz de medir la altura de los saltos verticales con precisión (sin necesidad de tener experiencia previa en el análisis de vídeo) para la mayoría de las poblaciones, incluidos los atletas entrenados (Gallardo-Fuentes et al., 2016). Para calcular la altura del salto se selecciona manualmente el fotograma de despegue y el de aterrizaje del vídeo (figura 2). Todas las grabaciones se realizaron con el mismo teléfono y por el mismo investigador sin experiencia profesional en el análisis de vídeo (Bogataj et al., 2020). Para registrar la ejecución de los saltos con la app, un investigador se tumbó en el suelo boca abajo mirando al jugador (en el plano frontal) a aproximadamente 1.5 metros del jugador y haciendo zoom sobre los pies (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Gallardo-Fuentes et al., 2016). El investigador siempre grabó desde la misma posición (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Bogataj et al., 2020; Gallardo-Fuentes et al., 2016). Para mayor fiabilidad de los datos,

los vídeos se volvieron a supervisar dos veces por cada jugador (Coswig et al., 2019).

Figura 2

Fotogramas de la Fase de Despegue y Aterrizaje en la aplicación My Jump 2



Fuerza de los músculos isquiosulares

La prueba SLHB ha sido validada (Freckleton et al., 2014). La prueba SLHB siguió los procedimientos propuestos de Freckleton et al. (2014) que realizaron con jugadores de fútbol australianos. Se indicó a los jugadores que se posicionaran en el suelo en decúbito supino con un talón sobre una caja. Se utilizó una caja de 60 cm de altura para todos los participantes (figura 3). La pierna de prueba se colocó en una flexión de rodilla de aproximadamente 20°. Los jugadores fueron instruidos para cruzar los brazos sobre el pecho y empujar hacia abajo a través del talón para levantar el glúteo del suelo. Se advirtió a los jugadores que el objetivo de la prueba era hacer tantas repeticiones como fuera posible hasta que no pudieran más. Se proporcionó información constante a lo largo del procedimiento para asegurar que se lograba la técnica correcta. Era esencial que cada prueba incluyera que el jugador tocara su glúteo en el suelo, sin descansar, y luego extendiera la cadera a 0°. La pierna que no trabajaba debía mantenerse inmóvil en posición vertical para asegurar que no se ganaba impulso al balancear esta pierna. Cuando se perdía la forma correcta, se daba un aviso y se dejaba de realizar la prueba al siguiente fallo técnico. Se registraba la repetición máxima y se repetía la prueba con la pierna contraria. El lado probado primero se alternó entre los participantes (Freckleton et al., 2014; Mahnič et al., 2021; Rey et al., 2017). Utilizando los criterios de clasificación recomendados (Freckleton et al., 2014), los resultados se dividieron categóricamente en tres grupos según su rendimiento en la prueba SLBT. El grupo con una puntuación pobre incluyó a todos los jugadores que lograron menos de 20 repeticiones con al menos una pierna, mientras que el grupo con una puntuación media incluyó a los jugadores que lograron entre 20 y 25 repeticiones con ambas piernas y el grupo con una puntuación buena incluyó a los que lograron valores de 30 o más repeticiones con al menos una pierna (Freckleton et al., 2014; Mahnič et al., 2021).

Figura 3

Prueba Single Leg Bridge Test



Una semana antes de la prueba, los jugadores realizaron 1 sesión de familiarización con el test SLHB que fue el día 1 de marzo (martes) de 2022 (Rey et al., 2017).

Variable Independiente (Programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos)

Se diseñó un programa de entrenamiento de fuerza con 4 ejercicios isométricos. Las sesiones de entrenamiento de fuerza eran de 15 min hasta 30 min de duración. Además, las sesiones se llevaron a cabo antes de la sesión de entrenamiento de fútbol que tenía una duración aproximadamente de 80 minutos. Las sesiones de entrenamiento de fuerza eran supervisadas por el preparador físico y primer entrenador (cuerpo técnico) un día antes para la preparación de la sesión técnico-táctica. El programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos se aplicó dos veces por semana (martes y jueves) con al menos 48 horas de descanso entre las sesiones de entrenamiento, durante un total de 10 semanas, siendo la primera semana de marzo (15 de marzo de 2022, primera sesión) y siendo la última semana en mayo (26 de mayo de 2022, última sesión).

Cada sesión de entrenamiento para la prevención de lesiones incluía 2 ejercicios de entrenamiento de fuerza que son dominantes de cadera, rodilla y dos ejercicios de estabilidad central, conocido como “core”, solamente con acciones musculares isométricas. Estos ejercicios se seleccionaron en función de sus efectos en la prevención de lesiones en la HSM (Bourne et al., 2018; Raya-González et al., 2021; Van Hooren & Bosch, 2017a; Van Hooren & Bosch, 2017b). Se aplicó una sobrecarga progresiva durante la intervención (anexo 1). Los futbolistas se familiarizaron con el programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos durante el periodo de intervención y todos los ejercicios tenían variantes de menor a mayor dificultad (anexo 2).

Procedimiento

Antes de comenzar el estudio, se contactó con el club, el cual nos autorizó para informar sobre la investigación a los jugadores y cuerpo técnico. Posteriormente se informó al resto de directivos del club ofreciéndoles la información necesaria para el desarrollo del mismo. Una vez aceptada la participación y colaboración, se estableció un calendario de actuaciones por parte de los investigadores para proceder a realizar el estudio sin afectar al desarrollo normal de los entrenamientos. Durante el periodo de intervención (marzo hasta mayo), los jugadores realizaron sus rutinas normales de entrenamiento de fútbol ya que la intervención se realizó al inicio del entrenamiento sin ocupar demasiado tiempo. Respecto a la forma de establecerlo

durante la semana, las sesiones de fuerza se realizaron durante el primer y el segundo entrenamiento del microciclo, asegurando así que no se realizaban ambas sesiones en días consecutivos, es decir, se realizaban martes y jueves. Durante el periodo de intervención, la semana se llevó a cabo de la misma forma que hasta el momento, con 3 días de entrenamiento (martes, jueves y viernes) y un partido de competición oficial. Se informó a los jugadores de los cuales obtuvimos un consentimiento informado para la posterior participación en la investigación. El nombre de cada jugador participante fue codificado para asegurar el anonimato y confidencialidad.

Análisis estadístico

Los datos del presente TFM se mostraron como medias y desviaciones típicas y como frecuencias y porcentajes para las variables continuas y categóricas, respectivamente. La prueba T de Student (variables continuas) y Chi cuadrado (variables continuas) se emplearon para el estudio de las diferencias entre grupos. Para analizar las diferencias entre los valores antes y después de la intervención se llevó a cabo un análisis de varianza mixto siendo el factor entre grupos el programa de ejercicios isométricos (control vs experimental) y el factor intragrupos el tiempo de medida (pre y post-tratamiento). Las variables dependientes fueron: Síntomas y riesgo de lesiones en la HSM (cuestionario HaOS), potencia de miembro inferior (SJ y CMJ) y fuerza de los isquiosurales (SLHB). La variable independiente fue la intervención con ejercicios isométricos. También se analizó la interacción “grupo x tiempo de medida”. Para calcular el tamaño del efecto en el análisis exhaustivo de las posibles interacciones grupo x tiempo se empleó el estadístico d de Cohen. Un tamaño del efecto < 0.2 expresa una diferencia insignificante, una diferencia pequeña entre ≥ 0.2 y ≤ 0.5 , una diferencia moderada entre ≥ 0.5 y ≤ 0.8 y un valor ≥ 0.8 hace referencia a una amplia diferencia (Cohen, 1992). Los resultados se consideraron estadísticamente significativos a un valor de $p < 0.05$. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) para Windows, versión 20.

Resultados

Una vez transcurrido el tiempo del período experimental, hubo tres pérdidas en el seguimiento, 2 en el GC (dejó el club, y la otra por una lesión no relacionada con el programa de entrenamiento) y una en el GE (dejó el club). Las características descriptivas generales antes del inicio de la intervención se muestran en la tabla 1. La media de edad de los participantes fue de 24.61 ± 6.22 años y el IMC se encuentra dentro de los parámetros de normopeso (22.84 ± 2.44 kg/m²). La mayor parte de los participantes era estudiante (44.44%), estaban solteros (83.33%), tenían estudios universitarios (y no eran fumadores 72.22% para ambos parámetros). El análisis al inicio de la intervención no mostró ninguna diferencia significativa entre grupos respecto a estas variables (tabla 1).

Tabla 1
Características Generales Descriptivas de los Participantes

		Total (n=18)		Control (n=9)		Experimental (n=9)		
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Valor p
Edad		24.61	6.22	24.67	7.18	24.56	5.55	0.971
IMC (kg/m ²)		22.84	2.44	22.25	2.13	23.44	2.71	0.317
				Frec.	%	Frec.	%	Valor p
Estado ocupacional	Estudiante	8	44.44	4	50.00	4	50.00	0.370
	Trabajador	7	38.89	4	57.14	3	42.86	
	Estudiante y trabajador	1	5.56	1	100.00	0	0.00	
	Desempleado	2	11.11	0	0.00	2	100.00	
Estado marital	Soltero	15	83.33	7	46.67	8	53.33	0.527
	Casado	3	16.67	2	66.67	1	33.33	
Estado educacional	Sin estudios	4	22.22	0	0.00	0	0.00	1.000
	Estudios primarios	10	55.56	2	50.00	2	50.00	
	Estudios secundarios	4	22.22	5	50.00	5	50.00	
	Estudios universitarios	13	72.22	2	50.00	2	50.00	
Fumador	No	13	72.22	6	46.15	7	53.85	0.599
	Sí	5	27.78	3	60.00	2	40.00	

Nota. DT: Desviación típica. Frec.: Frecuencia. IMC: Índice de Masa Corporal.

Respecto a las características relacionada con la práctica deportiva y (tabla 2), la media de experiencia jugando al fútbol de los participantes era de 15.33 ± 8.82 años y 16.11 ± 5.32 partidos como titular. Casi todos los participantes eran diestros (66.7%) y la mayoría no tienen antecedentes de lesiones en los músculos isquiosurales, pantorrilla, o rodilla, aunque un 61.11% afirmaron haber sufrido al menos un esguince de tobillo previo. El análisis pre-intervención no nos enseñó ninguna diferencia significativa entre grupos respecto a estas variables (tabla 2).

Tabla 2
Características Descriptivas Relacionadas con la Práctica del Fútbol de los Participantes

		Control (n=9)		Experimental (n=9)		Valor p		
		Media	DT	Media	DT		Media	DT
Experiencia jugando al fútbol (años)		15.33	8.82	16.11	9.75	14.56	8.29	0.720
Partidos jugados		16.11	5.32	14.22	6.57	18.00	3.00	0.145
Partidos jugados como titular		10.56	6.31	10.44	6.46	10.67	6.54	0.943
Partidos jugados como suplente		5.56	5.85	3.78	1.72	7.33	7.92	0.222
		Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Valor p
Dominancia	Izquierda	3	16.67	2	66.67	1	33.33	0.607
	Derecha	12	66.67	5	41.67	7	58.33	
	Ambas	3	16.67	2	66.67	1	33.33	
	Portero	2	11.11	1	50.00	1	50.00	
	Lateral	4	22.22	2	50.00	2	50.00	
Posición	Central	3	16.67	0	0.00	3	100.00	0.502
	Mediocentro	2	11.11	2	100.00	0	0.00	
	Media punta	3	16.67	2	66.67	1	33.33	
	Extremo	2	11.11	1	50.00	1	50.00	
	Delantero	2	11.11	1	50.00	1	50.00	
Lesión isquiosurales previa	No	14	77.78	7	50.00	7	50.00	1.000
	Sí	4	22.22	2	50.00	2	50.00	
Lesión LCA previa	No	17	94.44	9	52.94	8	47.06	0.303
	Sí	1	5.56	0	0.00	1	100.00	
Otra lesión de rodilla previa	No	13	72.22	7	53.85	6	46.2	0.599
	Sí	5	27.78	2	40.00	3	60.0	
Lesión pantorrilla previa	No	18	100.00	9	50.00	9	50.00	1.000
	Sí	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Esguince tobillo previo	No	7	38.89	2	28.57	5	71.43	0.147
	Sí	11	61.11	7	63.64	4	36.36	

Nota. DT: Desviación típica. Frec.: Frecuencia. LCA: Ligamento cruzado anterior.

Síntomas y riesgo de lesión de los músculos isquiosurales

La comparación entre grupos pre-intervención muestra que no hubo diferencias significativas respecto a ninguno de los apartados o preguntas del cuestionario HaOS. La tabla 3 presenta los datos relacionados con la primera parte de este cuestionario, y que hacen referencia a la historia de lesiones en los isquiosurales.

Tabla 3

Diferencias Pre-Intervención Respecto a la Parte 1 del Cuestionario HaOS

HaOS. Parte 1	Pierna izquierda					Pierna derecha					
	Grupo control		Grupo experimental		Valor p	Grupo control		Grupo experimental		Valor p	
	Frec.	%	Frec.	%		Frec.	%	Frec.	%		
Preg unta 1	0	5	50.00	5	50.00	0.766	6	50.00	6	50.00	0.717
	1	3	60.00	2	40.00		2	66.67	1	33.33	
	2	1	33.33	2	66.67		1	33.33	2	66.67	
	3	0	0	0	0		0	0	0	0	
	4	0	0	0	0		0	0	0	0	
	5	0	0	0	0		0	0	0	0	
Preg unta 2	>5	0	0	0	0	0.069	0	0	0	0	0.343
	0-6 meses	2	50	1	25		2	66.67	1	33.33	
	6-12 meses	0	0	0	0		1	33.33	0	0	
Preg unta 3	1-2 años	2	50	0	0	0.264	0	0	1	33.33	0.513
	2-3 años	0	0	3	75		0	0	1	33.33	
	4-7 días	2	50	1	25		2	66.67	1	33.33	
	1-4 semanas	2	50	1	25		1	33.33	1	33.33	
Preg unta 4.1	> 4 semanas	0	0	2	50	0.294	0	0	1	33.33	0.143
	No	1	25	3	60		0	0	3	75	
Preg unta 4.2	Si	3	75	2	40	1.000	3	100	1	25	0.709
	Casi nunca	2	66.67	2	66.67		2	66.67	1	50	
	A veces	1	33.33	1	33.33		1	33.33	1	50	
	Con frecuencia	0	0	0	0		0	0	0	0	

El análisis del cuestionario HaOS en su segunda parte (tabla 4) mostró que los valores post-intervención en el GC y GE para tanto los dominios como para la puntuación total de la pierna derecha y de la izquierda fueron superiores en comparación a los valores obtenidos en las mediciones pre-intervención (tabla 4), y más concretamente en la puntuación total del cuestionario HaOS para la suma de ambos miembros inferiores el GC experimentó un incremento en la puntuación (y por tanto una disminución del riesgo) de 5.53%, mientras que en el GE este incremento fue de 9.4%. Se pudieron apreciar cambios significativos de la variable de Tiempo en los dominios 3 ($p=0.021$), 4 ($p=0.038$), y 5 ($p=0.010$) de la pierna izquierda, en el dominio 5 de la pierna derecha ($p=0.032$), y puntuación total de la pierna izquierda ($p=0.011$) y total de ambas piernas ($p=0.046$). No se observaron cambios significativos en la variable de Grupo. Tampoco se encontraron cambios significativos en la interacción Grupo x Tiempo.

Potencia del miembro inferior

El estudio de la potencia de miembro inferior evaluada por las pruebas SJ y CMJ (tabla 5) nos indicó que no hubo diferencias significativas entre grupos en las medidas pre-intervención. También se pudo ver que todos los participantes mostraron mejorías tras el período de intervención, aunque la diferencia fue mayor en el GE que el GC (1.89 cm vs 0.31

cm respectivamente para SJ y 2.34 cm vs 0.86 cm respectivamente para el CMJ). No se encontraron diferencias significativas respecto al efecto principal para la variable Grupo ni para la interacción Grupo x Tiempo, aunque sí se pudieron observar para la variable Tiempo en ambos tests, $F(1,18)=23.801$, $p=0.001$, $\eta^2=0.575$ para la prueba SJ y $F(1,18)=6.136$, $p=0.001$, $\eta^2=0.566$ para la prueba CMJ.

Fuerza de los músculos isquiosulares

Finalmente, los datos obtenidos respecto a la fuerza de la HSM (tabla 5) nos mostraron que no hubo diferencias significativas entre ambos grupos antes del período de intervención. Además, en las medidas post-intervención, el grupo de participantes que recibieron el programa de entrenamiento con ejercicios isométricos mostraron valores muy superiores en relación a los obtenidos en las mediciones pre-intervención: pierna izquierda (-2.22 vs -8.39 repeticiones para GC y GE, respectivamente) e derecha (0.7 vs -9.52 repeticiones), así como en la fuerza en conjunto (-1.53 vs -17.91 repeticiones).

Tras el análisis de los datos obtenidos respecto a la fuerza de la HSM, los resultados nos indicaron que no se pudieron apreciar resultados significativos respecto al efecto grupo, mientras que sí se vieron para la variable efecto Tiempo en SJ ($p=0.001$), CMJ ($p=0.001$), y fuerza en ambas piernas ($p=0.040$). También se observaron interacciones significativas Grupo x Tiempo para la fuerza de pierna derecha, $F(1,18)=8.923$, $p=0.010$, $\eta^2=0.407$, y para la variable fuerza total, $F(1,18)=5.494$, $p=0.036$, $\eta^2=0.297$.

El análisis exhaustivo de esta interacción Grupo x Tiempo nos mostró que, respecto a la fuerza de la HSM en la pierna derecha, aparecieron diferencias significativas entre ambos grupos en la medida post-intervención, $t(13)=-3.664$, $p=0.003$, con un tamaño del efecto grande (d de Cohen=0.679), así como entre los valores pre y post-intervención en el GE $t(7)=-2.877$, $p=0.038$, con un tamaño del efecto grande (d de Cohen=0.521).

Del mismo modo, en relación a la fuerza total de la HSM, se pudieron apreciar diferencias significativas entre ambos grupos en la medida post-intervención, $t(13)=-3.719$, $p=0.003$, con un tamaño del efecto grande ($d=0.687$), así como entre los valores pre y post-intervención en el GE $t(7)=-2.522$, $p=0.038$, con un tamaño del efecto grande ($d=0.521$).

Tabla 4

Efectos del Entrenamiento de Fuerza con Ejercicios Isométricos sobre los Dominios y la Puntuación Total del Cuestionario HaOS

HaOS	Pre-intervención				Post-intervención				F	Grupo		Tiempo			Grupo x tiempo		
	Control		Experimental		Control		Experimental			Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT									
Dom. 1 izquierdo	83.33	21.65	75.00	25.00	85.71	24.40	87.50	23.15	0.000	1.000	0.000	4.603	0.051	0.262	1.421	0.255	0.099
Dom. 1 derecho	88.19	15.76	88.89	11.60	97.22	5.51	92.36	18.69	0.096	0.762	0.007	1.474	0.246	0.102	.205	0.658	0.015
Dom. 2 izquierdo	86.11	15.71	89.93	8.24	92.36	15.63	96.18	5.80	0.074	0.789	0.006	2.303	0.153	0.151	.499	0.492	0.037
Dom. 2 derecho	90.28	13.30	87.50	14.32	94.44	12.67	99.31	2.08	0.565	0.466	0.042	.895	0.361	0.064	.002	0.967	0.000
Dom. 3 izquierdo	76.39	30.26	83.33	19.76	87.50	21.65	97.22	5.51	0.444	0.517	0.033	6.860	0.021	0.345	.415	0.530	0.031
Dom. 3 derecho	83.75	20.28	83.27	12.81	90.97	16.21	94.79	8.08	0.000	1.000	0.000	0.353	0.562	0.026	.223	0.644	0.017
Dom. 4 izquierdo	83.33	21.65	75.00	25.00	85.71	24.40	87.50	23.15	0.068	0.799	0.005	5.329	0.038	0.291	2.231	0.159	0.146
Dom. 4 derecho	93.75	8.27	90.97	11.32	96.88	8.84	94.44	11.02	0.140	0.714	0.011	1.003	0.335	0.072	.355	0.562	0.027
Dom. 5 izquierdo	90.63	9.76	90.97	9.94	93.36	11.38	94.79	10.36	1.173	0.298	0.083	8.935	0.010	0.407	.110	0.745	0.008
Dom. 5 derecho	93.06	8.53	90.28	14.01	96.09	8.80	97.22	8.33	0.957	0.346	0.069	5.758	0.032	0.307	.399	0.539	0.030
Puntuación Total izquierdo	81.94	19.87	87.50	18.75	93.75	11.57	95.83	6.25	0.173	0.684	0.013	8.744	0.011	0.402	.611	0.449	0.045
Puntuación Total derecho	88.54	11.43	86.95	13.73	93.52	12.05	94.24	9.87	0.001	0.970	0.000	1.981	0.183	0.132	0.049	0.828	0.004
Puntuación Total ambos	86.15	15.06	85.11	12.92	91.68	11.76	94.51	5.82	0.085	0.775	0.006	4.860	0.046	0.272	0.237	0.635	0.018

Dom.: Dominio. HaOS: Hamstring Outcome Score. Dom 1: Síntomas. Dom 2: Inflamación/Molestias. Dom 3: Dolor. Dom 4: Función, Vida Diaria y Deporte. Dom 5: Calidad de vida.

Tabla 5*Efectos del Entrenamiento de Fuerza con Ejercicios Isométricos sobre la Fuerza de la Musculatura Isquiosural y Potencia del Tren Inferior*

	Pre-intervención				Post-intervención				Grupo			Tiempo		Grupo x tiempo			
	Control		Experimental		Control		Experimental		F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial	F	Valor p	Eta ² parcial
SJ (cm)	27.34	5.48	29.87	3.21	27.65	5.32	31.76	2.69	3.403	0.088	0.207	17.616	0.001	0.575	0.509	0.488	0.038
CMJ (cm)	27.80	5.03	31.19	4.02	28.66	6.12	33.53	3.22	2.647	0.128	0.169	16.928	0.001	0.566	3.682	0.077	0.221
Fuerza pierna izquierda (rep)	17.78	8.61	23.11	10.43	20.00	7.37	31.50	5.37	4.428	0.055	0.254	4.103	0.064	0.240	2.102	0.171	0.139
Fuerza pierna derecha (rep)	20.56	8.31	22.11	10.97	19.86	7.97	31.63	4.14	2.074	0.173	0.138	4.617	0.051	0.262	8.923	0.010	0.407
Fuerza ambas piernas (rep)	38.33	16.32	45.22	18.82	39.86	15.06	63.13	8.77	3.591	0.081	0.216	5.175	0.040	0.285	5.494	0.036	0.297

CMJ: Salto con contramovimiento. Rep.: Repeticiones. SJ: Squat Jump.

Discusión

El objetivo principal de este estudio piloto fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas sobre factores de riesgo de lesión en la HSM en jugadores de fútbol aficionados. Los resultados mostraron resultados significativos respecto a la fuerza muscular de la pierna derecha y la fuerza total. Además, se pudieron observar mejorías respecto al cuestionario HaOS y las pruebas de salto vertical, pero no alcanzaron la significación estadística. Estos resultados sugieren que incrementar el número de horas en programas de prevención podría ayudar a disminuir el riesgo de lesión en la HSM y aumentar el rendimiento físico en fútbol.

Síntomas y riesgo de lesión de los músculos isquiosurales

El dolor a la palpación y las molestias durante y después de los ejercicios (específicos del deporte), el dolor y las molestias durante las actividades diarias y el miedo a volver a lesionarse están asociados a las lesiones musculares (Jones et al., 2019; Van Der Horst et al., 2015). El cuestionario HaOS es útil para identificar a los jugadores con estos síntomas (van de Hoef et al., 2021). La principal diferencia de nuestro estudio en comparación con anteriores investigaciones (Engebretsen et al., 2008; Engebretsen et al., 2010; van de Hoef et al., 2021), es que hemos realizado un estudio longitudinal y las otras investigaciones son estudios de cohorte prospectivos cuyo objetivo era detectar factores de riesgo de la HSM en futbolistas.

Por tal razón, en el estudio de van de Hoef et al. (2021) los jugadores que habían sufrido una lesión en la temporada anterior y los jugadores que sufrieron una nueva lesión en la HSM (durante la nueva temporada) tenían en la puntuación total y la media de los dominios del cuestionario HaOS una puntuación menor que los jugadores sin lesión en la HSM. Lo mismo sucede en un estudio anterior (Engebretsen et al., 2010). Los resultados de nuestro estudio demuestran que los jugadores no tenían riesgo de sufrir una lesión en la HSM (debido a que su puntuación estaba $> 80\%$), es decir, nuestros resultados indican que los jugadores no experimentan síntomas malos, no presentan molestias y tampoco dolor, presentan una buena capacidad en su deporte y una calidad de vida correcta en cuanto a la HSM. Aunque, no se alcanzó la significación estadística, los participantes del GE experimentaron un aumento del 9.4% en la puntuación total del HaOS, lo que significaría una disminución evidente del riesgo de sufrir una lesión en la HSM.

Potencia del miembro inferior

Hay que tener en cuenta que el salto es una variable para evaluar la explosividad de las extremidades inferiores y las pruebas más comunes para evaluar a los deportistas son las pruebas de salto vertical tanto del SJ como del CMJ (Bogataj et al., 2020; Gallardo-Fuentes et al., 2016). Asimismo, la investigación de Venturelli et al. (2011) informaron por primera vez de que una ΔJH menor y negativa entre la altura del CMJ y del SJ es un factor de riesgo para la HSM.

Por ello, en el fútbol las indicaciones tácticas que mandan los entrenadores como, por ejemplo, el "pressing individual" y la "presión tras pérdida" para tener una recuperación inmediata del balón son consideradas acciones de alta intensidad, es decir, acciones explosivas (Križaj et al., 2019). Por tanto, se ha comprobado que un programa de entrenamiento excéntrico de 10 semanas en jugadores daneses, mejoró la altura del CMJ a lo largo del tiempo tanto en el GC como GE, pero el GE obtuvo mejores resultados (GE: 2.1 cm vs GC: 0.55 cm). Ocurre lo mismo con los resultados de nuestro estudio tras el programa de entrenamiento con ejercicios isométricos durante 10 semanas (GE: 1.89 cm vs GC: 0.31 cm para SJ y GE: 2.34 cm vs GC: 0.86 cm para el CMJ). En cualquier caso, estos resultados deben ser tomados con precaución

porque no se encontró significación estadística. Por otro lado, los resultados de los saltos verticales (SJ y CMJ) de nuestro estudio son inferiores en comparación a otras investigaciones (Krommes et al., 2017; Venturelli et al., 2011).

Esto puede ser debido a que los jugadores de nuestro estudio son jugadores aficionados en comparación con los jugadores de otros estudios que eran jugadores profesionales de élite (Krommes et al., 2017; Venturelli et al., 2011), donde la DAI que realizan los jugadores durante un partido separa a los futbolistas profesionales de primera clase mundial de los futbolistas amateurs (Mohr et al., 2003), es decir, esto se debe a que los futbolistas profesionales realizan más DAI y acciones explosivas que un jugador amateurs porque las demandas físicas de su competición son menores.

Fuerza de los músculos isquiosurales

Probar los isquiosurales en una capacidad más funcional similar a la última fase swing de carrera puede evaluar mejor la fuerza como factor de riesgo de lesión (Freckleton et al., 2014). El estudio llevado a cabo por Freckleton et al. (2014) desarrollaron una sencilla prueba clínica de campo para medir la fuerza de los isquiosurales conocida como la prueba SLBT. El uso del SLBT en el fútbol es escaso y sólo se ha utilizado dos veces en jugadores de fútbol juvenil (Mahnič et al., 2021; Rey et al., 2017).

En cuanto a la media de repeticiones en la pierna (izquierda y derecha) y la fuerza en ambas piernas los datos coinciden con anteriores investigaciones (Freckleton et al., 2014; Mahnič et al., 2021), pero el grupo que recibió el programa de entrenamiento con ejercicios isométricos mostraron valores muy superiores en relación a los anteriores estudios. Por otra parte, el estudio de Rey et al. (2017) mostraron valores más altos que los resultados de nuestro estudio. Esto podría explicarse por los niveles de fuerza relativa del jugador, que están relacionados con la masa corporal del individuo (Mahnič et al., 2021). Especialmente los jugadores de nuestro estudio eran más pesados en comparación con (72.1 kg vs. 68.3 kg) los jugadores del otro estudio (Rey et al., 2017). Aunque tras aplicar un programa de fuerza excéntrica en la HSM (GE1 vs GE2 vs GC) sus dos GE (que realizaron un programa de entrenamiento excéntrico) obtuvieron mejores resultados respecto a su GC.

Normalmente es habitual escuchar que una lesión muscular ha tenido una recuperación inadecuada, por tanto, la prevención de la primera lesión debería ser una prioridad, debido a que las recaídas provocan bajas deportivas significativamente más largas que las lesiones previas (Ekstrand et al., 2011). La explicación más probable de que una lesión previa sea un factor de riesgo tan constante es que las articulaciones o los músculos en cuestión no están completamente restaurados estructural y/o funcionalmente. Basándonos en esto, parece razonable sugerir que una cosa que los equipos pueden hacer, incluso en los niveles más bajos, es centrarse en mejorar la rehabilitación después de la lesión y aplicar unas líneas de actuación adecuadas para la vuelta al terreno de juego midiendo factores de riesgo de lesión de la musculatura (Engebretsen et al., 2008). Añadir, que los jugadores deberían someterse a un programa de rehabilitación y los expertos aconsejan que la "ausencia de dolor" es un criterio para volver a jugar con seguridad y para prevenir las recaídas (Engebretsen et al., 2008; Van Der Horst et al., 2015).

Por ello, recomendamos que todos los jugadores participen en programas de fuerza en la HSM. En un futuro, podría ser posible dirigir los programas de prevención a aquellos jugadores aficionados con mayor riesgo de lesión en esta musculatura (van de Hoef et al., 2021). Recordar, que las lesiones de los isquiosurales son un problema multifactorial, y se necesita un enfoque multifactorial para su prevención y tratamiento (Freckleton et al., 2014; Van Dyk et

al., 2017).

En el caso del cuestionario HaOS y saltos verticales tienen efectos beneficiosos, aunque no llegaron al rango de significación estadística, pero si detectamos diferencias significativas entre ambos grupos en la fuerza de la pierna derecha y la fuerza total de ambas piernas en la prueba SLBT, por tanto, podemos afirmar que un programa de entrenamiento de fuerza de 10 semanas parece ser un contenido excelente para reducir factores de riesgo en la HSM. Esto está en línea con el estudio de Rey et al. (2017) que tras aplicar un programa de entrenamiento excéntrico de 10 semanas obtuvo mejoras en su GE y Raya-González et al. (2021) que examinaron los efectos a corto y largo plazo de un programa de entrenamiento de fuerza en la prevención de lesiones musculares en jugadores de fútbol juvenil, reduciendo la incidencia de lesiones musculares durante su período de aplicación. Por consiguiente, la implementación de un programa de entrenamiento de fuerza en futbolistas parece ser una opción válida para reducir el riesgo de lesión (Petersen et al., 2011; Raya-González et al., 2021; van der Horst et al., 2015).

Los resultados obtenidos en este estudio indican que un programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos aplicado como entrenamiento complementario para jugadores de fútbol aficionado puede reducir los factores de riesgo de la HSM a corto plazo en este grupo de deportistas. El programa de entrenamiento de fuerza fue especialmente diseñado para ser aplicado sin un equipo costoso, con el fin de implementarse masivamente en programas de entrenamiento de fútbol con equipos de categoría senior pertenecientes a equipos como la “Primera Andaluza Senior”. Los resultados actuales pueden ser de relevancia para jugadores, entrenadores e investigadores.

Limitaciones y futuras investigaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, el bajo número de participantes incluidos por grupo hace que el poder estadístico de los resultados sea limitado y podría explicar que algunos resultados, a pesar de mostrar mejorías evidentes, no alcanzaron la significación estadística. Por otro lado, solo se midieron los resultados a corto plazo, es decir, inmediatamente después de la intervención. Se recomienda la realización de futuros estudios con un número de participantes mayor, que empleen varios indicadores de medida de potencia o fuerza y que evalúen los efectos a medio y largo plazo.

Conclusión

Los resultados de este estudio nos permiten concluir que la realización de un programa de ejercicios isométricos, sumado a su entrenamiento habitual, tiene efectos positivos en la prevención de lesiones de la musculatura isquiosural. Más concretamente, se encontraron beneficios estadísticamente significativos en la fuerza muscular evaluada con la prueba Single Leg Bridge Test. También se pudieron encontrar mejorías en las puntuaciones tanto en el cuestionario Hamstring Outcome Score como en la altura de los saltos verticales, aunque no alcanzaron la significación estadística, posiblemente en relación al tamaño de la muestra. Esto debe ser tenido en cuenta a la hora de interpretar los resultados, que deben ser considerados con precaución. Por lo tanto, se sugiere que la práctica de un programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos antes de la sesión técnico-táctica no afecta negativamente a los futbolistas y podría reducir los factores de riesgo de lesión asociados a la musculatura isquiosural, y se recomienda la realización de futuros estudios con un mayor número de participantes.

Referencias

- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(1), 40–48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- Burgess, K. E., Connick, M. J., Graham-Smith, P., & Pearson, S. J. (2007). Plyometric vs. isometric training influences on tendon properties and muscle output. *Journal of strength and conditioning research*, 21(3), 986–989. <https://doi.org/10.1519/R-20235.1>
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1226–1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Häggglund, M. (2016). 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. *British journal of sports medicine*, 50(12), 731–737. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>
- Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2010). Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *The American journal of sports medicine*, 38(6), 1147–1153. <https://doi.org/10.1177/0363546509358381>
- Freckleton, G., Cook, J., & Pizzari, T. (2014). The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. *British journal of sports medicine*, 48(8), 713–717. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092356>
- Gallardo-Fuentes, F., Gallardo-Fuentes, J., Ramírez-Campillo, R., Balsalobre-Fernández, C., Martínez, C., Caniuqueo, A., Cañas, R., Banzer, W., Loturco, I., Nakamura, F. Y., & Izquierdo, M. (2016). Intersession and Intrasession Reliability and Validity of the My Jump App for Measuring Different Jump Actions in Trained Male and Female Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 2049–2056. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001304>
- Jones, A., Jones, G., Greig, N., Bower, P., Brown, J., Hind, K., & Francis, P. (2019). Epidemiology of injury in English Professional Football players: A cohort study. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 35, 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.10.011>
- McGill, S. (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength & Conditioning Journal*, 32(3), 33–46. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181df4521>
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2296–2303. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2004). Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. *Journal of*

- strength and conditioning research*, 18(2), 377–382. <https://doi.org/10.1519/R-12842.1>
- Raya-González, J., Suarez-Arrones, L., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., & Sáez De Villarreal, E. (2021). Short and Long-Term Effects of a Simple-Strength-Training Program on Injuries Among Elite U-19 Soccer Players. *Research quarterly for exercise and sport*, 92(3), 411–419. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1741498>
- Rey, E., Paz-Domínguez, Á., Porcel-Almendral, D., Paredes-Hernández, V., BarcalaFurelos, R., & Abelairas-Gómez, C. (2017). Effects of a 10-Week Nordic Hamstring Exercise and Russian Belt Training on Posterior Lower-Limb Muscle Strength in Elite Junior Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*, 31(5), 1198– 1205. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001579>
- Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., & Opar, D. A. (2016). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1524–1535. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095362>
- van Beijsterveldt, A. M., Steffen, K., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., van de Port, I. G., & Backx, F. J. (2014). Soccer injuries and recovery in Dutch male amateur soccer players: results of a prospective cohort study. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 24(4), 337–342. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000028>
- van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1316–1323. <https://doi.org/10.1177/0363546515574057>
- Van Hooren, B., & Bosch, F. (2017b). Is there really an eccentric action of the hamstrings during the swing phase of high-speed running? Part II: Implications for exercise. *Journal of sports sciences*, 35(23), 2322–2333. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1266019>
- Van Hooren, B., & Bosch, F. (2018). Preventing hamstring injuries-Part 2: There is possibly an isometric action of the hamstrings in high-speed running and it does matter. *Sport Perf Sci Rep*, 1, 1-5.
- Venturelli, M., Schena, F., Zanolla, L., & Bishop, D. (2011). Injury risk factors in young soccer players detected by a multivariate survival model. *Journal of science and medicine in sport*, 14(4), 293–298. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.02.013>
- World Health Organization (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Who technical report series.

Anexos

Anexo 1

Programa de Entrenamiento de Fuerza con Ejercicios Isométricos

Ejercicios	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Split step	2 x 3 C/L x 6''	3 x 3 C/L x 6''	3 x 5 C/L x 8''	2 x 4 C/L x 6''	3 x 4 C/L x 6''	2 x 3 C/L x 6''	3 x 3 C/L x 6''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 6''	3 x 5 C/L x 8''
Prone bridge	2 x 4 x 8''	3 x 5 x 8''	3 x 4 x 8''	2 x 4 x 8''	3 x 4 x 8''	2 x 4 x 8''	3 x 4 x 8''	2 x 4 x 8''	3 x 3 C/L x 6''	3 x 3 C/L x 10''
Supine straight	2 x 4 x 6''	3 x 4 x 6''	3 x 5 x 10''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 8''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 8''	2 x 4 C/L x 8''	3 x 4 C/L x 8''	3 x 5 C/L x 8''
Side bridge	2 x 2 C/L x 8''	3 x 2 C/L x 8''	3 x 2 C/L X 8''	2 x 2 C/L x 8''	3 x 2 C/L x 8''	2 x 3 C/L x 4''	3 x 3 C/L x 8''	2 x 3 C/L x 4''	3 x 3 C/L x 8''	3 x 3 C/L x 8''

Nota. 2 x 3 x 8'' significa 2 series de 3 repeticiones con una duración de 8 segundos, mientras que 2 x 2 C/L x 8'' significa 2 series de 2 repeticiones cada lado con una duración de 8 segundos.

Anexo 2

Variantes de los ejercicios isométricos

Split step squat



Prone bridge



Supine straight leg bridge



Side bridge



Nota. Los ejercicios están ordenados por orden de intensidad, es decir, el primer ejercicio se encuentra en la esquina superior izquierda siendo el ejercicio de menor dificultad y finaliza la progresión con el ejercicio de mayor intensidad, correspondiente al lado derecho de la esquina inferior.

Fecha de recepción: 14/06/2023

Fecha de revisión: 03/07/2023

Fecha de aceptación: 11/07/2023