



VNiVERSiDAD D SALAMANCA

FACULTAD DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

TRABAJO DE CARÁCTER PROFESIONAL

**PROPUESTA DE PROTOCOLO DE TRATAMIENTO FISIOTERÁPICO
EN UNA LESIÓN DEL TENDÓN COMÚN DE LA MUSCULATURA
ISQUIOSURAL, A PROPÓSITO DE UN CASO CLÍNICO**

ESTUDIANTE: JAVIER TORRES ALONSO

TUTOR: JOSÉ LUIS SÁNCHEZ SÁNCHEZ

Salamanca, junio de 2022

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	3
2.	INTRODUCCIÓN	5
2.1.	Anatomía y biomecánica de la musculatura isquiosural	5
2.2.	Mecanismo lesional y clasificación.....	8
2.3.	Fisiología del proceso de reparación post lesión muscular	11
3.	OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN	14
4.	DESARROLLO DEL TEMA	15
4.1.	Descripción del caso	15
4.2.	Evaluación inicial.....	15
4.3.	Protocolo de tratamiento	16
4.3.1.	Fase I. Recuperación funcional en la fase degenerativa.....	17
4.3.2.	Fase II. Recuperación funcional en la fase de reparación	18
4.3.3.	Fase III. Readaptación físico-deportiva	22
5.	DISCUSIÓN	34
6.	CONCLUSIONES	37
7.	BIBLIOGRAFÍA	37

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

HI: Hamstring injuries, lesión en isquiosurales.

BF: Bíceps femoral.

ST: Semitendinoso.

SM: Semimembranoso.

BFLH: Cabeza larga de bíceps femoral.

BFSH: Cabeza corta de bíceps femoral.

MCJ: Unión mioconectiva.

MTJ: Unión miotendinosa.

MFU: Unión miofascial.

RM: Resonancia magnética.

CS: Células satélite.

EPR: Elevación pierna recta.

AP: Prueba del ángulo poplíteo.

NC: Nervio ciático.

MND: Movilización neurodinámica.

FCM: Frecuencia cardíaca máxima.

EVA: Escala visual analógica del dolor.

ROM: Rango de movimiento.

1RM: Repetición máxima, resistencia específica que permite realizar únicamente una repetición en esa serie y en un ejercicio concreto con la técnica correcta.

15-20RM: 15-20 repeticiones máximas, resistencia específica que permite realizar 15-20 repeticiones en esa serie y en un ejercicio concreto con la técnica correcta.

8RM: 8 repeticiones máximas, resistencia específica que permite realizar 8 repeticiones en esa serie y en un ejercicio concreto con la técnica correcta.

1. RESUMEN

Las lesiones musculares son las que presentan más alta incidencia de todas las lesiones deportivas. La musculatura isquiosural es con frecuencia la mayormente afectada. Múltiples gestos deportivos requieren su activación como consecuencia de la particular anatomía y biomecánica que presenta. La falta de perspectiva pronóstica y alta tasa de recidiva en este tipo de lesiones, hace que surja la necesidad de emplear una nomenclatura común con un enfoque histoarquitectónico, clasificaciones específicas para cada músculo y tratamientos basados en la fisiología de la regeneración muscular. Se presenta el caso clínico de un paciente con una lesión en el tendón común de los isquiosurales. El objetivo de este trabajo es proponer un protocolo fisioterápico válido e individualizado. Se plantea un tratamiento dividido en tres fases cuya progresión irá en función de la clínica del paciente y el diagnóstico por imagen ecográfica, teniendo en cuenta las etapas fisiológicas de la reparación muscular después de una lesión. Dicho protocolo se basa en la disminución del dolor, la recuperación de la movilidad articular y la ganancia de fuerza, elasticidad y control neuromuscular en los isquiosurales a través de un tratamiento activo por parte del paciente. Como resultado se consiguió finalmente una recuperación funcional completa.

Palabras clave: “lesión muscular”, “isquiosurales”, “fisioterapia”, “ejercicio”.

ABSTRACT

Muscle injuries have the highest incidence of all sports injuries. Hamstring musculature is often the most affected. Multiple sports gestures require its activation as a consequence of its particular anatomy and biomechanics. The lack of prognostic perspective and high recurrence rate in this type of injuries, makes it necessary to use a common nomenclature with a histoarchitectonic approach, specific classifications for each muscle and treatments based on the physiology of muscle regeneration. The clinical case of a patient with a common tendon injury is presented in this work. The aim of this work is to propose a valid and individualized physiotherapeutic protocol. A treatment divided into three phases is proposed, the progression of which will depend on the patient's clinical condition and ultrasound imaging diagnosis, taking into account the physiological stages of muscle repair after injury. This protocol is based on the reduction of pain, the recovery of joint mobility and the gain of strength, elasticity and neuromuscular control in the hamstrings through active treatment by the patient. As a result, a complete functional recovery was finally achieved.

Keywords: “muscle injury”, “hamstrings”, “physical therapy”, “exercise”.

2. INTRODUCCIÓN

Las lesiones musculares son las que presentan la más alta incidencia de todas las lesiones deportivas. Afectan con mayor frecuencia a la región del muslo y concretamente a la musculatura isquiosural.¹

Existen numerosos artículos que muestran la predominancia de estas lesiones en diferentes deportes. Dentro del fútbol, la UEFA en el período de las temporadas 2003-2007 y la Liga Australiana de fútbol durante 3 años (1997-2000) muestran como el porcentaje de lesión en la musculatura isquiosural (hamstring injuries (HI)) fue del 14% del total de todas las lesiones comunicadas, sin haber una disminución de las tasas de HI a lo largo de los años.^{2,3}

Un estudio de atletas en pista y campo mostraron que las HI comprendían un 26% de las lesiones sufridas, la mayoría en gestos de alta velocidad.⁴

Además de su importancia por la gran tasa de incidencia, no se puede pasar por alto el índice de recaída que se encuentra entre el 14-63%. Estas cifras no solo no disminuyen con el paso del tiempo, si no que las predicciones dicen que el número de roturas musculares por año aumentará exponencialmente.¹

2.1. Anatomía y biomecánica de la musculatura isquiosural

La particular **anatomía** y **biomecánica** de este grupo muscular hace que el abordaje en términos de diagnóstico, pronóstico y tratamiento sea complejo.

El grupo muscular isquiosural lo forman el bíceps femoral (BF) en la parte más lateral y el semitendinoso (ST) y semimembranoso (SM) más mediales.⁵

El bíceps femoral presenta una cabeza larga (BFLH) y una corta (BFSH), la inserción proximal es doble. La BFLH se origina en la porción superior del isquion mediante un tendón común con el ST. La BFSH se fija en la parte inferior de la parte lateral de la línea áspera del fémur y en el septo intermuscular lateral. Los cuerpos de BFSH y BFLH se unen en el tercio inferior del muslo para formar un tendón conjunto largo que se insertará en el ápex de la parte superior del peroné y por dos expansiones en la tuberosidad lateral de la tibia y en la aponeurosis tibial. En cuanto a la inervación, la BFLH es inervada por la división tibial del ciático (L5-S2) y la BFSH por la división peroneo común del n. ciático (L5-S2).⁵

El semitendinoso se encuentra en la parte medial y es más superficial que el SM. Su inserción proximal es un tendón conjunto a la porción larga del bíceps femoral en la zona más superior de la tuberosidad isquiática y en una aponeurosis que une a ambos músculos. Casi la mitad de su longitud inferior es tendinosa. Se inserta distalmente en la parte interna de la porción superior de la tibia por debajo del recto interno al que se une constituyendo la pata de ganso junto al sartorio. Tiene inervación de la división tibial del nervio ciático.⁵

El semimembranoso es un músculo ancho y aplanado el cual se origina en la tuberosidad isquiática con un tendón ancho que se encuentra por fuera y por debajo del tendón conjunto del ST y BFLH. Se inserta en la parte posterointerna del cóndilo medial de la tibia, por debajo de la cápsula articular. Del tendón semimembranoso salen fibras expansivas que dan inserciones adicionales en el ligamento lateral interno, ambos meniscos, ligamento poplíteo oblicuo y el músculo poplíteo. Es inervado por la división tibial del nervio ciático.⁵

Dependiendo del tipo de contracción, los músculos isquiosurales desempeñan una función específica. En la acción concéntrica intervienen en la extensión de cadera y la flexión y rotación de rodilla, mientras que con su acción excéntrica intervienen en el control del movimiento en la flexión de cadera y extensión de rodilla.⁶

Para comprender la función general de los músculos extensores de cadera, se debe diferenciar la extensión coxofemoral de la pelvis sobre el fémur y la del fémur sobre la pelvis. Dentro de la primera, ocurre una inclinación posterior de la pelvis efectuada por los extensores de cadera (isquiosurales y glúteo mayor) que actúan como un par de fuerzas junto con la musculatura abdominal para inclinar en sentido posterior la pelvis.⁶

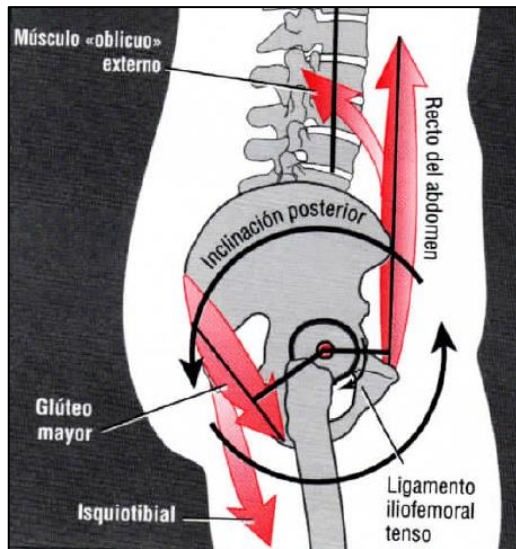


Figura 1. Par de fuerzas entre músculos extensores de cadera y la musculatura abdominal para la inclinación posterior de la pelvis.⁶

En la flexión coxofemoral de la pelvis sobre el fémur, es decir, una inclinación anterior del tronco, los extensores coxofemorales son claves en el control y soporte de la postura. Durante los primeros grados de una flexión anterior del tronco, la activación electromiográfica y el brazo de palanca del glúteo mayor e isquiosurales es similar, tal y como se puede observar en la figura 2. Al llegar a los 30 grados de flexión anterior de tronco aumenta la activación electromiográfica de los isquiosurales con respecto al glúteo mayor por el mayor brazo de palanca. La elongación que se produce en los isquiosurales a medida que aumentan los grados de flexión anterior de tronco, genera un aumento de la fuerza pasiva de estos de manera significativa hasta los 60 grados.⁶

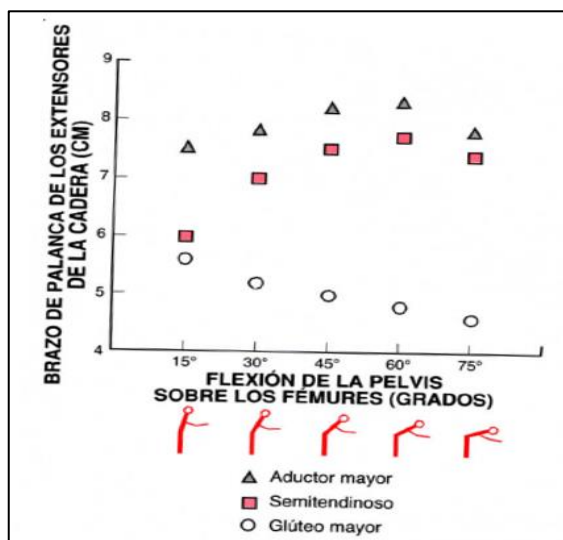


Figura 2. Gráfica que muestra el brazo de palanca de los extensores de cadera en relación con la flexión coxofemoral de la pelvis sobre el fémur.⁶

En la extensión coxofemoral del fémur sobre la pelvis, los extensores de cadera se reclutan en conjunto para producir un gran momento extensor. La posición flexionada de la cadera ayuda a generar un momento extensor mayor por parte de estos músculos.⁶

La segunda función desde un punto de vista biomecánico será la de flexión y rotación de la rodilla. Los isquiosurales flexionan la rodilla, pero, además, el SM y ST rotan internamente y el BF externamente cuando la articulación está en flexión. Los músculos flexores-rotadores de la rodilla realizan sus acciones sobre todo durante la marcha y la carrera. Son muy importantes en el control de la osteocinemática de la tibia sobre el fémur. Fuerzas relativamente bajas, pero de gran velocidad de acortamiento o elongación. Una de las funciones claves de los isquiosurales es frenar el avance de la tibia en la parte final de la fase de oscilación. Mediante una fuerza excéntrica reducen el impacto de la extensión completa y a su vez se contraen rápidamente para acelerar la flexión de la rodilla y acortar la longitud funcional de la extremidad en esta fase de la marcha. Por último, también ayudan en el control de la osteocinemática del fémur sobre la tibia, la cual es más compleja. La demanda muscular necesaria para controlar los movimientos del fémur sobre la tibia es mayor. Se necesita una sinergia entre músculos como el sartorio, grácil, ST, SM, BF... para que cuyas fuerzas unidas a la estabilidad de los ligamentos permitan tener control de la articulación femorotibial.⁶

2.2. Mecanismo lesional y clasificación

Las funciones que desempeñan los isquiosurales obligan a su implicación en múltiples gestos deportivos. Existen dos **mecanismos de lesión** principales.

Por un lado, el que se produce por una contracción excéntrica dinámica. Suele darse en deportes de alta velocidad, en una carrera mantenida o en un cambio de ritmo en la fase de oscilación inicial cuando el músculo se elonga y realiza una contracción excéntrica dinámica de control.⁷ Esta contracción se produce cuando el recto femoral se acorta mucho y con alta velocidad para flexionar la cadera y extender la rodilla. Esto da lugar a un estiramiento de la musculatura isquiosural que lleva consigo una contracción excéntrica que evita la extensión completa de rodilla, seguida de una contracción que acelera su flexión.

Estas lesiones se suelen encontrar alejadas de su inserción. El músculo implicado suele ser BFSH y ST a la altura de la aponeurosis y el tendón común.⁷

Por otro lado, está el mecanismo de hiperestiramiento. Se produce normalmente en actividades en las que se hacen estiramientos mantenidos y en situaciones accidentales como un golpeo al aire que da lugar a una hiperextensión forzada de la extremidad.⁷

Suelen ser lesiones distales o avulsiones con alto componente musculotendinoso. El mayor afectado suele ser el SM en su parte tendinosa.⁷

La alta incidencia lesional y el importante estudio anatómico y biomecánico sobre esta musculatura a lo largo de los años y sobre las lesiones del sistema musculoesquelético en general, ha hecho surgir la necesidad de buscar una **clasificación** y una nomenclatura común con la que todo el personal participe en el proceso de prevención, diagnóstico y tratamiento se pueda comunicar de manera eficiente.

El sistema de clasificación que constaba de tres grados de lesión muscular utilizado durante muchos años, muestra deficiencias a la hora del diagnóstico y tratamiento de las lesiones. El consenso de Munich⁸ o el sistema de clasificación de la asociación británica de atletismo⁹ muestran un amplio rango en cuanto al retorno al juego en desgarros menores, moderados y subtotales. Por lo que tienen una perspectiva pronóstica limitada.

Todos estos sistemas buscan una clasificación global para su uso en cualquier músculo y no tienen en cuenta aspectos fundamentales como la localización, el diámetro en varias dimensiones y sobre todo el tipo de tejido que se ha lesionado.

Por ello, es útil disponer de un sistema de clasificación específico para cada músculo, que refleje la variabilidad anatómica con una nomenclatura común. Y de esta forma, poder hacer un plan de recuperación individualizado y no buscar protocolos generales que probablemente sean una causa de recidiva.

En 2020, se presenta un enfoque histoarquitectónico de las lesiones musculares en función de la región anatómica afectada, en busca de esta nomenclatura común. Para entenderla, hay que conocer que el aparato locomotor tiene un componente fascial estructural (epimisio, perimisio y endomisio), un componente músculo-tendinoso que es funcional y dinámico y lo forman tendones y aponeurosis. Y un componente miofascial que es la fibra muscular con capacidad contráctil.¹⁰

Todas las lesiones que afectan a un componente muscular y conectivo son lesiones músculo conectivas (MCJ) y se dividen en lesiones de la unión miotendinosa (MTJ),

las cuáles se subdividen en tres, y de la una unión miofascial (MFU). Cuatro posibles lesiones que son totalmente diferentes en términos de pronóstico y tratamiento:¹¹

1. Lesiones de la MTJ: son el tipo de lesión más frecuente. En ecografía y resonancia magnética (RM) tienen patrones característicos y pueden tener un hematoma y/o edema miotendinoso. Dentro de este tipo de lesiones se encuentran:
 - 1.1. Lesión tendinosa: El tendón se rompe parcial o totalmente. Si es parcial se observa un engrosamiento del tendón con zonas hipoecogénicas, si es total se verá un GAP (zona anecoica y tendón retraído).
 - 1.2. Lesión miotendinosa: La fibra muscular queda separada de su anclaje conectivo tendinoso. Se verá la fibra muscular retraída, solución hemática y anecoica en la zona.
 - 1.3. Lesión intramuscular: La rotura de fibras está tan alejada de la unión musculo tendinosa que se considera intramuscular. Se observa discontinuidad focal de fibras.
2. Lesión de la MFU: El anclaje músculo fascia es muy débil. La diferencia con las lesiones de la MTJ es que estas se encuentran en la región más distal del tendón, donde ya ha acabado la expansión aponeurótica del tendón proximal y el tejido aponeurótico que se encuentra no es tan denso. El hematoma producido por la lesión muscular no se contiene de la misma forma y el tejido laxo fascial se deformará o romperá dando lugar generalmente a un hematoma mayor, aunque no quiere decir que sea de peor pronóstico.

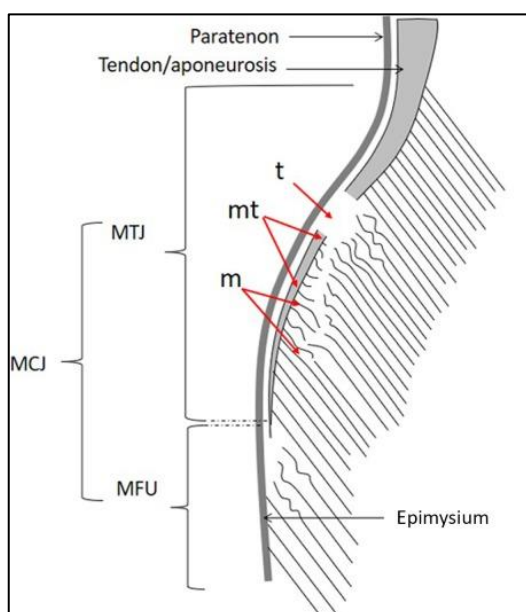


Figura 3. Esquema lesiones mioconectivas.¹¹

Aplicando esta nomenclatura basada en la afectación del tejido conectivo a los isquiosurales y cumpliendo así la necesidad de esas subclasificaciones específicas para cada músculo que aporta fiabilidad a la hora de la perspectiva pronóstica. Se plantea la siguiente tabla.

Tabla 1. Clasificación de lesiones en isquiosurales en función de la región anatómica afectada.⁷

Lesión en la inserción proximal	Lesión en la mitad proximal	Lesión en la mitad distal y lateral	Lesión de la mitad distal y medial
Desinserción tendinosa proximal*	Lesión del tendón común*	Lesión de la cabeza larga del bíceps femoral	Lesión del semimembranoso
Rotura-desinserción musculotendinosa proximal	Lesión del semitendinoso	Lesión de la cabeza corta del bíceps femoral	Lesión distal del semitendinoso
Desinserción aislada del semimembranoso	Lesión del bíceps femoral	Lesión en cremallera (entre cabeza larga y corta del bíceps femoral) *	Lesión entre semimembranoso y semitendinoso*
*Lesiones más frecuentes.			

Para poder llevar a cabo esta subclasificación son necesarias las técnicas de imagen. Se usará la la resonancia magnética (RM) y la ecografía. Se debe saber que, en cuanto a la efectividad en las primeras 72h, es mucho más útil el estudio mediante RM en lesiones musculares, ya que es más específica para detectar el edema y el sangrado que en la ecografía no se podrá valorar correctamente hasta que no esté organizado el hematoma.

De esta manera, se podrá catalogar las distintas posibles lesiones haciendo factible una comunicación interprofesional clara y conseguir una perspectiva pronóstica de cada tipo de rotura más fiable dentro de las variables personales de cada paciente.

2.3. Fisiología del proceso de reparación post lesión muscular

El conocimiento de las características del tejido muscular y la fisiología de la regeneración muscular son cada vez de mayor interés por su importancia a la hora de comprender las etapas de recuperación y readaptación.

La fisiología de la regeneración y reparación muscular se puede dividir en tres fases principales que siguen unos pasos que marcan el proceso regenerativo. Estas son: la fase degenerativa, fase de reparación y fase de remodelación.

- Fase degenerativa: 1-3 días post-lesión.

En el momento de la lesión, se produce la destrucción mediante una sección transversal de la membrana plasmática y la lámina basal de las miofibras. Estas se retraen y el espacio es rellenado por un hematoma. Se activan las proteasas para la degradación de las miofibrillas y para que la necrosis no se extienda a lo largo de la fibra se produce una banda de contracción gracias a material del citoesqueleto que actúa de barrera protectora evitando la propagación de la necrosis y el aumento de la gravedad de la lesión.^{12,13}

Comienza el proceso inflamatorio al producirse el daño vascular, que junto a la liberación de citocinas por parte de las miofibras dañadas potencian la llegada de células inflamatorias a la zona lesionada.

Las primeras células inflamatorias en actuar tras su llegada son los neutrófilos, que aumentan su producción en las primeras horas y llegan a su máximo a las 6-24h de la lesión. A los 3-4 días desaparecen. Secretan moléculas quimioatrayentes para monocitos. Además, liberan enzimas (proteasas) que ayudan a la degeneración del tejido dañado, pero también en altas concentraciones liberan moléculas citotóxicas y citolíticas que pueden dañar tejido sano. Esto tiene una gran significación clínica ya que se debe controlar la inflamación, pero no inhibirla, porque implicaría que la fase de regeneración se demorara en su inicio.^{12,13}

Los monocitos son los siguientes en migrar al tejido y se diferencian en macrófagos. Hay dos tipos de macrófagos (M1 y M2) que actúan de forma secuencial y tienen actividades distintas. Los M1 fagocitan el tejido necrótico y son pro-inflamatorios, aparecen a las 24h y a partir de las 48h desciende su número. La transición de los M1 a M2 es fundamental ya que estos atenúan la respuesta inflamatoria y promueven la formación de miotubos, alcanzan su máxima producción a los 3-4 días de la lesión y se mantienen en la siguiente fase.^{12,13}

- Fase de reparación: Comprende desde las 24h hasta 14 días post-lesión aproximadamente.

Tras la fase degenerativa, se dan dos procesos simultáneos, los cuales interactúan entre sí: la regeneración muscular y la formación de una cicatriz de tejido conjuntivo.

A partir de las 24h los M1 ya están empezando a fagocitar y las fibras musculares dañadas no tienen la capacidad de dividirse, por ello, se da la transición y aparición de los M2 que atenúan la respuesta inflamatoria y promueven la proliferación de las células satélite (CS). Además de los M2, los factores de crecimiento son fundamentales en la activación de las CS. Destaca el factor de crecimiento de los hepatocitos, un factor que no debería estar presente en el músculo y que se ha demostrado que se encuentra en la matriz extracelular rodeando las fibras musculares e interviene en su proliferación.¹⁴

Las células satélite tienen la propiedad de diferenciarse en 3 posibles líneas celulares: mioblastos (precursores de la fibra muscular), miofibroblastos (células situadas entre la fibra muscular y el fibroblasto) o fibroblastos (que se sumarán a otros que proceden de distintas zonas del organismo).¹⁴

En el caso de la diferenciación en mioblastos, a las 48h empieza la formación de miotubos para posteriormente reemplazar la zona necrótica por miofibras regeneradas. En un medio con tensión se alinean y maduran más rápido.¹⁵ Las nuevas miofibras irán aumentando de tamaño con el tiempo, desarrollando estriaciones normales y desplazando los mionúcleos a la periferia de la fibra muscular.¹⁶

Cuanta más cantidad de tejido conectivo afectado y destrucción del endomisio mayor predisposición a la fibrosis. Los fibroblastos intervienen en la formación de una cicatriz de tejido conjuntivo. Por una parte, estarán los que provienen de la diferenciación de las células satélite, donde es clave mencionar el factor de crecimiento denominado transforming growth factor-beta 1 (TGF-beta 1), el cual es un potente inductor de la síntesis de colágeno y en la transformación de las CS en fibroblasto. Por otra parte, los factores liberados por los macrófagos y plaquetas también promueven la llegada de fibroblastos de otras zonas del organismo. Se forma un coágulo de fibrina por la producción de fibronectina, colágeno (primero de tipo III (más débil)) y de otros componentes de la matriz extracelular que son incrementados por los fibroblastos. A medida que se acerca el final de esta fase de reparación, el coágulo de fibrina se va convirtiendo en una estructura más permanente de tejido conectivo en donde el

colágeno tipo III irá transformándose en colágeno tipo I, el cual en la fase de remodelación irá poco a poco reorganizándose en la orientación normal.¹⁷

- Fase de remodelación: Comprende desde los 14 días hasta 1-3 meses dependiendo de la lesión.

Es la fase en la cual se produce la remodelación del tejido cicatricial, la maduración de las miofibras regeneradas y se forma un aparato contráctil maduro.

Desde 2007 se sabe que en una lesión muscular hasta el día 21-28 hay restos de procesos reparativos. En menos de 3 semanas una lesión muscular no puede estar completamente reparada.¹⁸

Existen múltiples factores que afectan a la remodelación muscular. La vascularización es uno de ellos. Los nuevos capilares que surgirán de los vasos sanguíneos que todavía sobreviven, son los encargados de que haya un nivel de oxígeno mantenido. Necesario para que se dé la regeneración y no se produzca una excesiva fibrosis. La innervación y formación de nuevas placas terminales motoras son fundamentales para el control funcional. Así como la carga mecánica, ya que las células se anclan a la membrana extracelular y la tensión se transmitirá. Dependiendo del tratamiento que reciba el paciente, predominará una respuesta de regeneración muscular o de reparación fibrótica.¹²

3. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

El objetivo de mi trabajo de fin de grado es elaborar un protocolo de tratamiento fisioterápico válido e individualizado en una lesión del tendón común de los isquiosurales basado en la fisiología de la reparación muscular post lesión y en una fisioterapia activa temprana.

He elegido este tema porque las lesiones musculares en el mundo del deporte son por estadística las de más alta incidencia, y su tasa no solo no ha disminuido a lo largo de los años, si no que se prevé un aumento. Creo que es de gran importancia hacer ver la necesidad de utilizar una nomenclatura común y una clasificación específica en las lesiones músculo conectivas para poder crear protocolos de tratamiento individualizados con mayor perspectiva pronóstica.

4. DESARROLLO DEL TEMA

4.1. Descripción del caso

Varón de 27 años, agricultor y jugador de fútbol amateur (posición extremo derecho). Sin lesiones ni patologías relevantes previas.

Refiere que, en un sprint en mitad del partido, nota un “pinchazo” fuerte en la parte posterior de su muslo izquierdo (pierna no dominante) que le impide seguir jugando.

4.2. Evaluación inicial

Se realiza una exploración y valoración fisioterápica a la hora del momento de la lesión expuesta en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de la exploración y valoración fisioterápica 1h post lesión.

Clínica del paciente 1h post lesión					
Dolor	Refiere dolor de tipo punzante a la palpación en la mitad proximal del muslo (7 sobre 10 en la escala analógica visual del dolor). También refiere dolor de 2 sobre 10 a la flexión de rodilla y extensión de cadera sin resistencia y de 5 sobre 10 contra resistencia leve.				
Hematoma	A simple vista no se observa hematoma.				
Balance articular	Art. Rodilla	Extensión con cadera a 0°	Activa	Der: 0°	
			Pasiva	Izq: 0°	
		Flexión con cadera a 0°	Activa	Der: 0°	
			Pasiva	Izq: 0°	
		Art. Cadera	Extensión con rodilla extendida	Activa	Der: 120°
				Pasiva	Izq: 120°
	Elevación de la pierna recta (EPR)		Activa	Der: 150°	
			Pasiva	Izq: 150°	
	Prueba del ángulo poplíteo (AP)		Activa	Der: 20°	
			Pasiva	Izq: 10°	
	Balance muscular	Isquiosurales	Fuerza (Escala Daniels)	Activa	Der: 30°
				Pasiva	Izq: 30°
Elasticidad			Activa	Der: 60°	
			Pasiva	Izq: 50°	
Prueba del ángulo poplíteo (AP)			Activa	Der: 70°	
			Pasiva	Izq: 60°	
Marcha	Presenta dolor al caminar y cojera la cual el paciente justifica como compensación por la molestia que le produce activar la musculatura isquiosural en la marcha.	Activa	Der: 25°		
		Pasiva	Izq: 30°		

Se realiza un diagnóstico por imagen (resonancia magnética (RM)) a las cinco horas del momento de haberse producido la lesión.

Imagen por resonancia magnética: Se realiza a las 5 horas del momento de la lesión.

La RM objetiva la lesión en el tendón común de los isquiosurales (Figura 4).

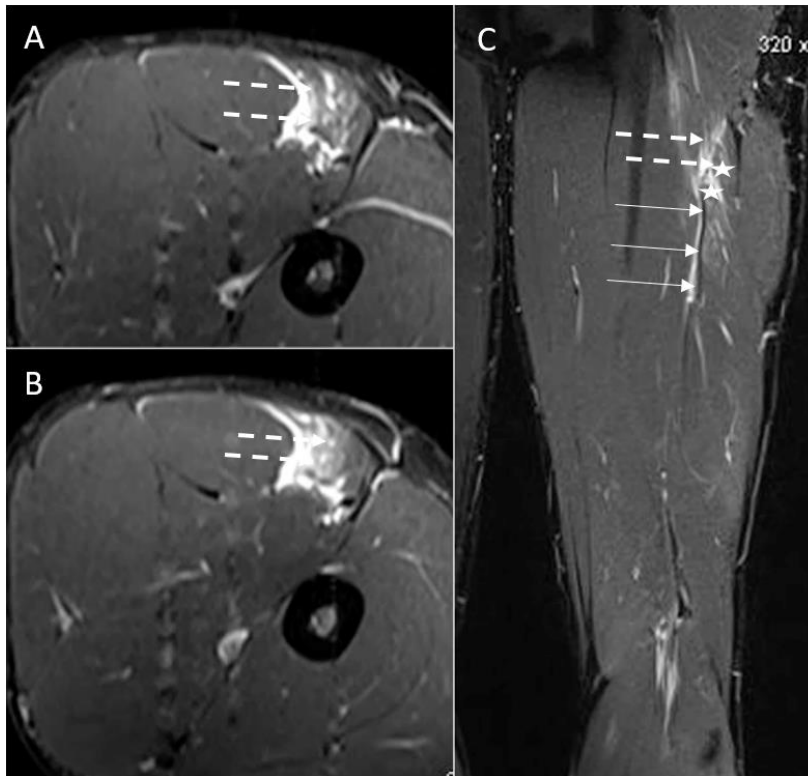


Figura 4. Resonancia magnética. A y B) Corte axial en T2 C) Corte coronal en T2. Flechas discontinuas: Edema; Flechas continuas: tendón común de los isquiosurales; Figura de estrella: retracción de fibras en el tendón común de los isquiosurales.

4.3. Protocolo de tratamiento

A continuación, se plantea un protocolo de recuperación y readaptación físico-deportiva a propósito del caso clínico anterior. Será un tratamiento activo por parte del paciente.

Los objetivos de la intervención serán disminuir el dolor, recuperar la movilidad articular y ganar fuerza, elasticidad y control neuromuscular en la musculatura isquiosural. A nivel de la cicatriz, debemos obtener una cicatriz indolora y lo más pequeña y elástica posible.

Las tres fases del tratamiento planteado y el paso por cada una de ellas irán en función de la clínica que presente el paciente y de la imagen ecográfica en el momento de la valoración, siempre teniendo en cuenta los tiempos y etapas fisiológicas de la regeneración muscular.

Tabla 3. Planificación del protocolo de tratamiento basado en las etapas de la regeneración muscular. (Elaboración propia).

DÍAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	...	
PERÍODO	INMOVILIZACIÓN			REHABILITACIÓN ACTIVA TEMPRANA																							
INTERVENCIÓN PROFESIONAL	FISIOTERAPEUTA												READAPTADOR														
ETAPAS DE LA REGENERACIÓN MUSCULAR	FASE DEGENERATIVA			FASE DE REPARACIÓN											FASE DE REMODELACIÓN												
FASES DE TRATAMIENTO	RECUPERACIÓN FUNCIONAL							READAPTACIÓN FÍSICO-DEPORTIVA																			
	APROXIMACIÓN – ORIENTACIÓN – PREOPTIMIZACIÓN – OPTIMIZACIÓN																										

4.3.1. Fase I. Recuperación funcional en la fase degenerativa

Se expone el tratamiento para las primeras 48h post lesión correspondientes al proceso degenerativo fisiológico de la regeneración muscular.

Tratamiento:

Las primeras 48 horas se seguirá el protocolo PRICE (protección, reposo, hielo, compresión y elevación):

- Protección: Se tiene el objetivo de actuar mediante medidas de protección que minimicen el daño muscular y las posibles lesiones secundarias.
- Reposo: Las primeras 48 horas se optará por el reposo y el mínimo trabajo de la musculatura isquiosural del miembro afectado.
- Hielo y compresión: Se aplicará en la zona lesionada crioterapia (temperatura de 4-5 grados) combinada con compresión baja (15mmHg) mediante la tecnología Game Ready (Figura 5) durante 20min, 4 veces al día con descanso de 90 minutos entre sesiones.



Figura 5. Tecnología Game Ready.

- Elevación: El paciente mantendrá la extremidad afecta en elevación por encima del corazón siempre que pueda y esté en situación de reposo.

4.3.2. Fase II. Recuperación funcional en la fase de reparación

Esta fase abarca desde el segundo hasta el séptimo día post lesión y coincide con el proceso de reparación fisiológica en la regeneración muscular. Se realiza una exploración y valoración clínica del paciente, así como un diagnóstico por imagen ecográfica al inicio de la fase. Por último, se expone el tratamiento propuesto.

Tabla 4. Resumen de la exploración y valoración fisioterápica a las 48h post lesión.

Clínica del paciente 48h post lesión					
Dolor	Refiere dolor de tipo punzante a la palpación en la mitad proximal del muslo y en la zona distal donde se encuentra el hematoma (7 sobre 10 en la escala analógica visual del dolor). También refiere dolor de 2 sobre 10 a la flexión de rodilla y extensión de cadera sin resistencia y de 5 sobre 10 contra resistencia leve.				
Hematoma	Se observa un hematoma distal a la lesión en la parte posterior del muslo.				
Balance articular	Art. Rodilla	Extensión con cadera a 0°	Activa	Der: 0° Izq: 0°	
			Pasiva	Der: 0° Izq: 0°	
		Flexión con cadera a 0°	Activa	Der: 120° Izq: 120°	
			Pasiva	Der: 150° Izq: 150°	
		Art. Cadera	Extensión con rodilla extendida	Activa	Der: 20° Izq: 10°
				Pasiva	Der: 30° Izq: 30°
	Elevación de la pierna recta (EPR)		Activa	Der: 60° Izq: 50°	
			Pasiva	Der: 70° Izq: 60°	
	Prueba del ángulo poplíteo (AP)		Activa	Der: 25° Izq: 30°	
			Pasiva	Der: 20° Izq: 25°	
	Balance muscular	Isquiosurales	Fuerza (Escala Daniels)	Der: 5 Izq: 3	
			Elasticidad	Gracias a los datos obtenidos en EPR y AP se puede afirmar que presenta un grado 1 de acortamiento de la musculatura isquiosural en ambos miembros inferiores. ¹⁹	
Marcha	Presenta dolor al caminar y cojera la cual el paciente justifica como compensación por la molestia que le produce activar la musculatura isquiosural en la marcha.				
Valoración funcional ritmo lumbopélvico	Se realiza un test subjetivo el cual da información sobre el grado de disociación entre la columna lumbar y la cadera. Consiste en que el paciente estando de pie con los tobillos a la altura de la pelvis, baje los dedos al suelo hasta donde pueda sin doblar las rodillas, un total de 5 veces. Se observa una mínima capacidad de disociación lumbopélvica y un déficit de movimiento de la pala iliaca sobre el fémur, con una retroversión pélvica marcada en posición de partida.				

Diagnóstico por imagen:

Imagen ecográfica: Se realiza una ecografía a las 48h de la lesión.

- En comparación con el isquiosural derecho sano, en el corte transversal del isquiosural izquierdo (figura 6A), se observa una imagen hiperecoica irregular a la altura del tendón común entre el BF y ST.
- En el corte longitudinal (figura 6B), se observa una interrupción del patrón fibrilar y una colección hipoecoica que se corresponde con el hematoma que se ha formado por la lesión.

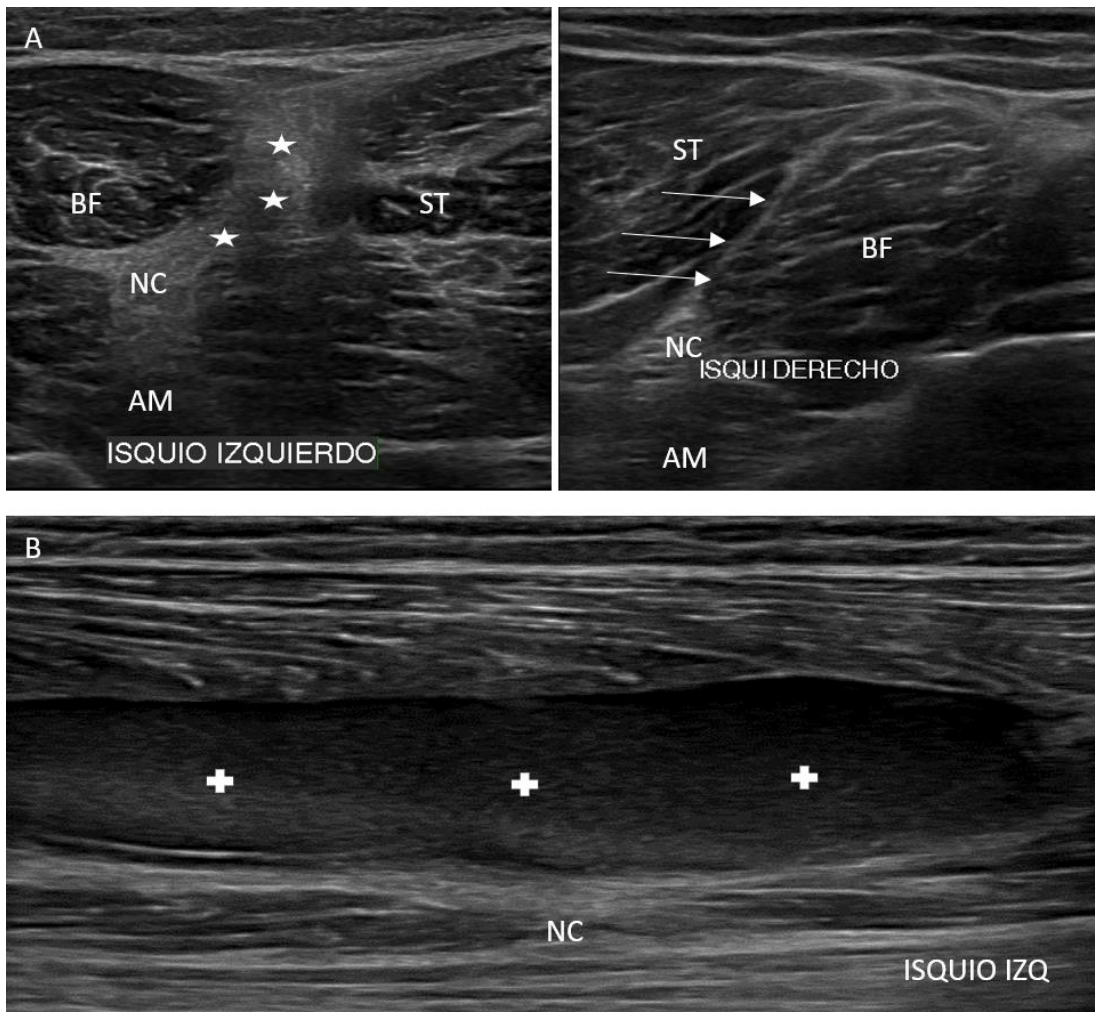


Figura 6. Estudio ecográfico. A) Ecografía comparativa en eje transversal. B) Ecografía en eje longitudinal. Figura de estrella: Tendón común desestructurado; Flechas: tendón común contralateral; AM: aductor mayor; BF: bíceps femoral; NC: nervio ciático; ST: semitendinoso; Figura de cruz: colección hemática.

Tratamiento:

Se propone una fisioterapia activa temprana por parte del paciente basada en un trabajo diario de ejercicios isométricos (flexión de rodilla isométrica a 45° y 120° y puente glúteo), control del ritmo lumbopélvico (ante y retroversión pélvica, bird-dog y elevación de caderas con piernas flexionadas), movilización neurodinámica (MND) del nervio ciático y elongación de la musculatura isquiosural.

También se realizará 3 de los 5 días un trabajo aeróbico regenerativo en bicicleta estática de 10-15min (al 50-60% de la frecuencia cardíaca máxima (FCM), a una velocidad que no produzca fatiga, trabajando en un 5-6 de la Escala de Borg de esfuerzo percibido y no sintiendo dolor de más de un 2 sobre 10 en la escala visual analógica del dolor (EVA)).

Tabla 5. Resumen del protocolo de tratamiento desde las.48h hasta los 7 días post lesión. (Elaboración propia).

Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Dosis
Trabajo aeróbico regenerativo		Trabajo aeróbico regenerativo		Trabajo aeróbico regenerativo	10-15min Borg 5-6 EVA 0-2
Ejercicios isométricos	Ejercicios isométricos	Ejercicios isométricos	Ejercicios isométricos	Ejercicios isométricos	5rep, 45seg contrae, 1min descanso
Trabajo del ritmo lumbopélvico	Trabajo del ritmo lumbopélvico	Trabajo del ritmo lumbopélvico	Trabajo del ritmo lumbopélvico	Trabajo del ritmo lumbopélvico	12rep, 3 series, 1min descanso entre ellas
MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	3 series de 15 movilizaciones
Elongación isquiosural	Elongación isquiosural	Elongación isquiosural	Elongación isquiosural	Elongación isquiosural	3 rep de 30seg
Realizar la rutina 2 veces al día.					



Figura 7. Imagen resumen de ejercicios isométricos (flexión rodilla 45° (1), flexión rodilla 120° (2), puente glúteo (3)), trabajo del ritmo lumbopélvico (anteversión pélvica (4), bird-dog (5), elevación caderas con piernas flexionadas (6)), MND del ciático (7a y 7b) y elongación isquiosurales (8).

4.3.3. Fase III. Readaptación físico-deportiva

4.3.3.1. Fase de aproximación

Esta fase abarca desde el octavo hasta el décimo cuarto día post lesión y coincide con el final del proceso de reparación e inicio de remodelación fisiológica en la regeneración muscular. Se realiza una exploración y valoración clínica del paciente, así como un diagnóstico por imagen ecográfica al inicio de la fase. Por último, se expone el tratamiento propuesto.

Tabla 6. Resumen de la exploración y valoración fisioterápica en el día 8 post lesión.

Clínica del paciente día 8 post lesión					
Dolor	El paciente no refiere dolor a la palpación, ni a la flexión de rodilla y extensión de cadera contra resistencia. Presenta un dolor de 4 sobre 10 en la escala visual analógica del dolor a la contracción excéntrica de los isquiosurales.				
Hematoma	El hematoma visualmente ha disminuido considerablemente en comparación con la última exploración, siendo difícil de observar a simple vista.				
Balance articular	Art. Rodilla	Extensión con cadera a 0°	Activa	Der: 0°	
			Pasiva	Izq: 0°	
		Flexión con cadera a 0°	Activa	Der: 120°	
			Pasiva	Izq: 120°	
		Art. Cadera	Extensión con rodilla extendida	Activa	Der: 20°
				Pasiva	Izq: 20°
	Elevación de la pierna recta (EPR)		Activa	Der: 30°	
			Pasiva	Izq: 30°	
	Prueba del ángulo poplíteo (AP)		Activa	Der: 60°	
			Pasiva	Izq: 55°	
	Balance muscular	Isquiosurales	Fuerza (Escala Daniels)	Der: 5	
			Elasticidad	Izq: 4	
Marcha	El paciente puede caminar sin dolor y de forma normal.				
Balance muscular	Glúteo mayor	Fuerza (Escala Daniels)	Der: 4		
			Izq: 4		
	Glúteo medio	Fuerza (Escala Daniels)	Der: 4		
			Izq: 4		
Test de Janda en extensión de cadera	A través de esta prueba se evalúa el patrón motor del paciente y el reclutamiento muscular en la extensión activa de cadera. En primer lugar, el paciente activa los isquiosurales, seguido de los paravertebrales y, por último, el glúteo mayor. Saliéndose así del patrón correcto (glúteo-isquiosurales-paravertebrales) y exigiendo un mayor trabajo a la musculatura isquiosural.				

Diagnóstico por imagen:

Imagen ecográfica: Se realiza una ecografía a los 8 días de la lesión.

- En comparación con el isquiosural derecho sano, en el corte transversal del isquiosural izquierdo (figura 8A), se observa una imagen hiperecoica irregular entre las dos masas musculares de BF y ST que corresponde al tabique fibroso (tendón común) que hay entre ambos y que se encuentra desestructurado.
- En el corte longitudinal (figura 8B), se observa una colección hipoecoica que corresponde con el hematoma que se ha formado por la lesión. El tamaño ha disminuido en relación con el corte longitudinal de la figura 6B.

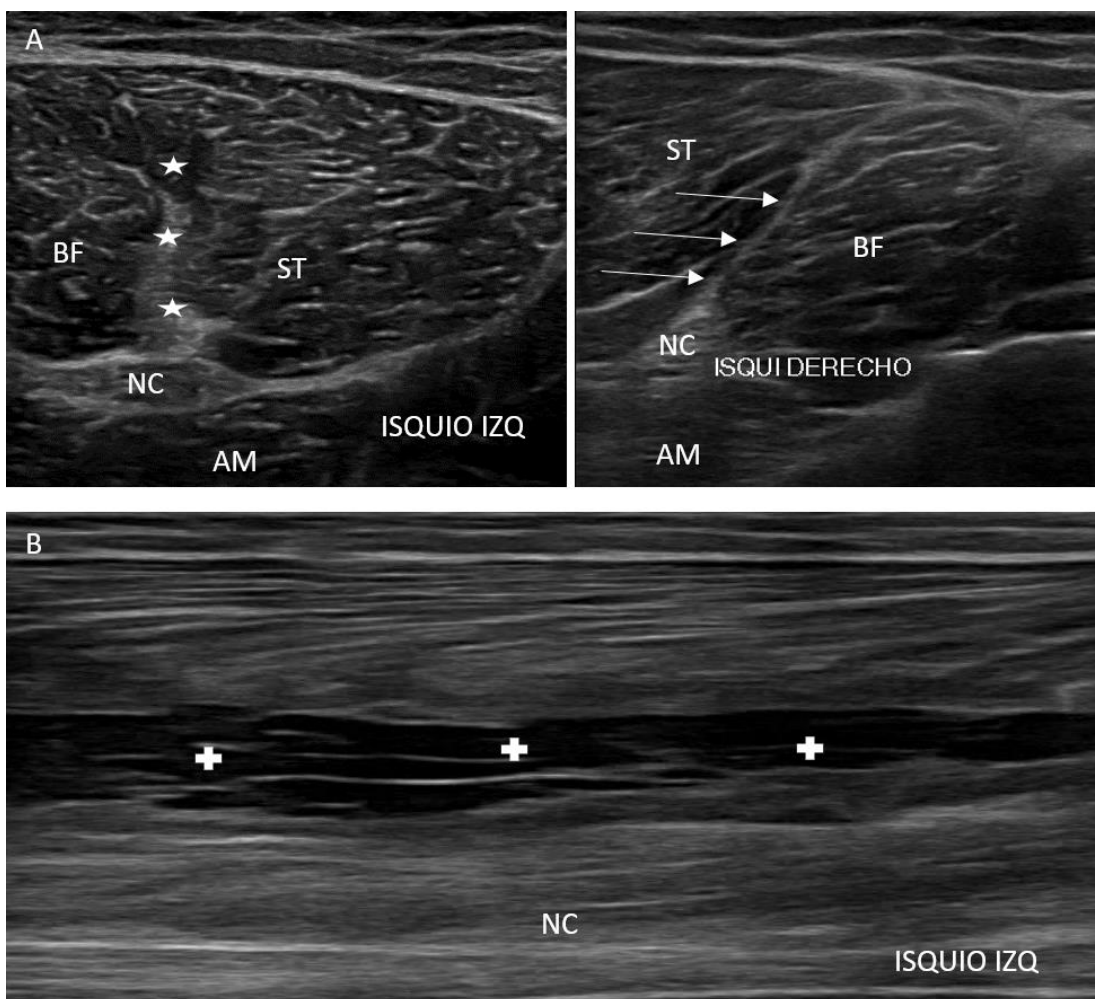


Figura 8. Estudio ecográfico. A) Ecografía comparativa en eje transversal. B) Ecografía en eje longitudinal. Figura de estrella: Tendón común desestructurado; Flechas: tendón común contralateral; AM: aductor mayor; BF: bíceps femoral; NC: nervio ciático; ST: semitendinoso; Figura de cruz: colección hemática.

Tratamiento:

Se propone un modelo de tratamiento funcional estructurado para el entrenamiento de fuerza basado en el concepto “primero muévete bien y luego muévete con frecuencia” de Gray Cook²⁰.

Se comienza con unos ejercicios diarios donde se trabaja el rango de movimiento de cadera (ROM de cadera) (flexiones de cadera, 90-90 sentado, flexo-extensión de cadera en postura caballero) y el patrón motor (que en el test de Janda se mostró alterado) con la ayuda de un estímulo táctil por parte del fisioterapeuta para activar primero el glúteo mayor, segundo el isquiosural y, por último, los paravertebrales en la extensión de cadera en decúbito prono.

En cuanto al bloque del contenido de fuerza y su entrenamiento en la fase de aproximación de la readaptación, se propone una progresión y cuantificación de la carga teniendo en cuenta el tipo de contracción. Habiendo pasado por la contracción isométrica en la primera semana de recuperación, siguiendo con el ejercicio concéntrico en esta fase del tratamiento y terminando con el trabajo excéntrico al final del protocolo.

Los parámetros que se tienen en cuenta en el programa de entrenamiento de fuerza son la carga, el volumen, la frecuencia, el descanso, la intensidad y el dolor.

- Se realizan ejercicios concéntricos con una carga de 15-20RM (15-20 repeticiones máximas, resistencia específica que permite realizar 15-20 repeticiones en esa serie y en un ejercicio concreto con la técnica correcta).
- El volumen de la sesión es de 3 ejercicios concéntricos específicos para la musculatura isquiosural (curl femoral sentado, curl femoral tumbado y extensión de cadera en máquina) y un ejercicio multiarticular (zancada frontal). Se realizan 2 series de 15-20 repeticiones por ejercicio sin llegar al fallo (repetición que no se completa adecuadamente).
- La frecuencia de las sesiones es de 3 días por semana.
- Se toma un tiempo de descanso de 1min entre series y 24-48h entre sesiones.
- La intensidad de la sesión debe ser de 6-7 en la escala Borg.
- Ninguno de los ejercicios a realizar debe aumentar el valor 2 en la escala EVA.

Además, se incluyen 3 ejercicios para fortalecer el CORE y potenciar glúteo mayor y glúteo medio (plancha frontal, puente glúteo y wall press).

En el día 9 y 12 que no se entrena la fuerza, se hace un trabajo aeróbico regenerativo en bicicleta estática de 10-15min y unos ejercicios de propiocepción (apoyo unipodal en suelo, trabajo bipodal en plato de Bohler y unipodal en bosu).

Al final de cada sesión se trabaja la MND del nervio ciático y un estiramiento de la musculatura isquiosural.

Tabla 7. Resumen del protocolo de tratamiento desde el día 8 hasta el día 14 post lesión. (Elaboración propia).

Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14
ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera
Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor
Trabajo de fuerza	Trabajo aeróbico regenerativo	Trabajo de fuerza		Trabajo aeróbico regenerativo	Trabajo de fuerza	
CORE y glúteos	Propiocepción	CORE y glúteos		Propiocepción	CORE y glúteos	
MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático
Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento
Dosis (duración de la sesión 35-40min aproximadamente)						
ROM de cadera	3 series de 12 repeticiones por ejercicio con 1min de descanso entre series.					
Patrón motor	3 series de 12 repeticiones cumpliendo el patrón motor correcto.					
Trabajo de fuerza	2 series de 15-20 repeticiones por ejercicio con 1min de descanso entre series 6-7 escala Borg, EVA 0-2. Carga 15-20RM: curl femoral sentado (20kg), curl femoral tumbado (20xkg), extensión de cadera en máquina (15kg), zancada frontal (0kg).					
CORE y glúteos	Plancha frontal y wall press: 3 series de 30seg isométrico, 30seg descanso. Puente glúteo: 3 series de 8-12 repeticiones con 1min de descanso.					
Trabajo aeróbico	10-15min, Borg 5-6, EVA 0-2.					
Propiocepción	3 series de 12 repeticiones por ejercicio con 1min de descanso entre series.					
MND	3 series de 15 movilizaciones.					
Estiramiento	3 repeticiones de 30seg.					



Figura 9. Imagen resumen de ejercicios ROM de cadera (flexiones de cadera (1), 90-90 sentado (2), flexo-extensión de cadera en postura caballero (3)), ejercicios concéntricos específicos para la musculatura isquiosural (curl femoral sentado (4), curl femoral tumbado (5) y extensión de cadera en máquina (6)) ejercicio multiarticular (zancada frontal (7)), fortalecimiento del CORE (plancha frontal (8)) y potenciación del glúteo medio (wall press (9)).

4.3.3.2. Fase de orientación

Esta fase abarca desde el día 15 al día 28 post lesión y coincide con el proceso de remodelación fisiológica en la regeneración muscular. Se realiza una exploración y valoración clínica del paciente, así como un diagnóstico por imagen ecográfica al inicio de la fase. Por último, se expone el tratamiento propuesto.

Tabla 8. Resumen de la exploración y valoración fisioterápica en el día 15 post lesión.

Clínica del paciente día 15 post lesión					
Dolor	El paciente no refiere dolor a la palpación ni a la contracción concéntrica y excéntrica contra resistencia.				
Hematoma	El hematoma visualmente ha desaparecido y no se observa ninguna alteración en la piel.				
Balance articular	Art. Rodilla	Extensión con cadera a 0°	Activa	Der: 0°	
			Pasiva	Izq: 0°	
		Flexión con cadera a 0°	Activa	Der: 120°	
			Pasiva	Izq: 120°	
		Art. Cadera	Extensión con rodilla extendida	Activa	Der: 20°
				Pasiva	Izq: 20°
	Elevación de la pierna recta (EPR)		Activa	Der: 30°	
			Pasiva	Izq: 30°	
	Prueba del ángulo poplíteo (AP)		Activa	Der: 60°	
			Pasiva	Izq: 60°	
	Balance muscular	Isquiosurales	Fuerza (Escala Daniels)	Der: 5	
			Elasticidad	Izq: 5	
En comparación con 8 días post lesión, se observa un aumento en la elasticidad de los isquiosurales tanto activo como pasivo en el miembro afecto, consiguiendo el mismo balance articular que en el miembro sano.					
Marcha	El paciente puede caminar sin dolor y de forma normal.				
Balance muscular	Glúteo mayor	Fuerza (Escala Daniels)	Der: 4+		
			Izq: 4+		
	Glúteo medio	Fuerza (Escala Daniels)	Der: 4+		
			Izq: 4+		

Diagnóstico por imagen:

Imagen ecográfica: Se realiza una ecografía a los 15 días de la lesión.

- En el corte transversal (figura 10A) se observa el tabique fibroso entre BF y ST (tendón común) de forma más regular y estructurada.
- En el corte longitudinal (figura 10B) se observa una pequeña colección hipoeoica que se corresponde con el mínimo hematoma que queda de la lesión.

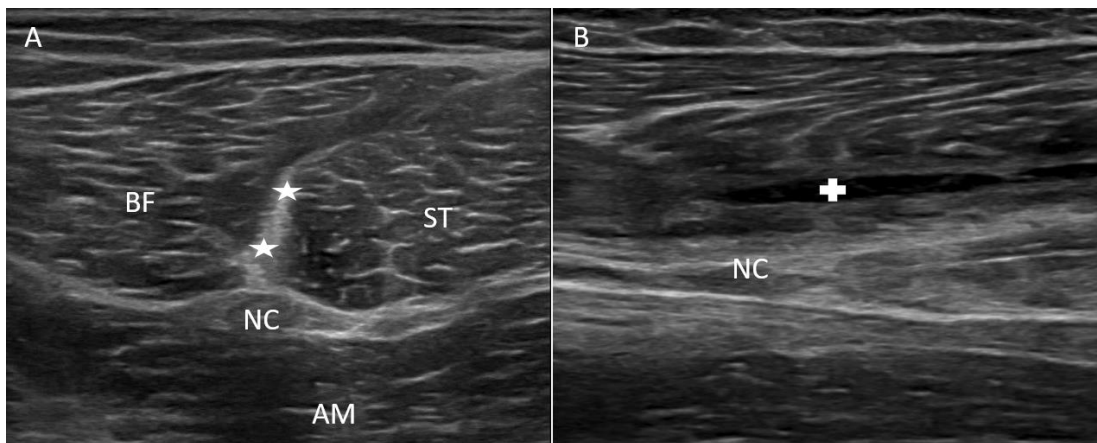


Figura 10. Estudio ecográfico. A) Ecografía en eje transversal. B) Ecografía en eje longitudinal. Figura de estrella: Tendón común; AM: aductor mayor; BF: bíceps femoral; NC: nervio ciático; ST: semitendinoso; Figura de cruz: pequeña colección hemática.

Tratamiento:

Se comienza con los mismos ejercicios diarios de la anterior fase en los que se trabaja el ROM de cadera (flexiones de cadera, 90-90 sentado, flexo-extensión de cadera en postura caballero) y el patrón motor.

A continuación, se propone un programa de entrenamiento de fuerza donde se progresa en la carga incluyendo el ejercicio excéntrico como principal tipo de contracción a trabajar.

El objetivo específico de nuestra rutina de fuerza será la hipertrofia. Para cumplirlo se establecen los siguientes parámetros:

- Se realizan ejercicios concéntricos y excéntricos con una carga de 8-15RM (8-15 repeticiones máximas, resistencia específica que permite realizar 8-15 repeticiones en esa serie y en un ejercicio concreto con la técnica correcta).
- El volumen de la sesión es de 1 ejercicio concéntrico y 3 ejercicios excéntricos específicos para la musculatura isquiosural (curl femoral sentado, peso muerto con barra, peso muerto unilateral con mancuerna y curl femoral excéntrico con slider) y un ejercicio multiarticular (zancada frontal con mancuernas). Se realizan 4 series de 8-15 repeticiones por ejercicio sin llegar al fallo (repetición que no se completa adecuadamente).
- La frecuencia de las sesiones es de 3 días por semana.
- Se toma un tiempo de descanso de 1-2min entre series y 24-48h entre sesiones.
- La intensidad de la sesión debe ser de 6-7 en la escala Borg.
- Ninguno de los ejercicios a realizar debe aumentar el valor 2 en la escala EVA.

Al igual que en la anterior fase, se incluyen 3 ejercicios para fortalecer el CORE y potenciar glúteo mayor y glúteo medio (plancha frontal, puente glúteo y wall press).

En el día 16 y 19 que no se realiza el trabajo de fuerza, se hace un trabajo aeróbico de carrera continua de 10-15min (al 50-60% de la FCM, a una velocidad que no produzca fatiga, trabajando en un 5-6 de la Escala de Borg de esfuerzo percibido y no sintiendo dolor de más de un 2 sobre 10 en la escala EVA) y unos ejercicios de propiocepción (apoyo unipodal en suelo, trabajo bipodal en plato de Bohler y unipodal en bosu).

Al final de cada sesión se trabaja la MND del nervio ciático y un estiramiento de la musculatura isquiosural.

Tabla 9. Resumen del protocolo de tratamiento desde el día 15 hasta el día 21 post lesión. (Elaboración propia).

Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21
ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera	ROM de cadera
Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor	Patrón motor
Trabajo de fuerza	Trabajo aeróbico	Trabajo de fuerza		Trabajo aeróbico	Trabajo de fuerza	
CORE y glúteos	Propiocepción	CORE y glúteos		Propiocepción	CORE y glúteos	
MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático	MND del ciático
Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento
Dosis (duración de la sesión 50-60min aproximadamente)						
Dosis						
ROM de cadera	3 series de 12 repeticiones por ejercicio con 1min de descanso entre series					
Patrón motor	3 series de 12 repeticiones cumpliendo el patrón motor correcto.					
Trabajo de fuerza	4 series de 8-15 repeticiones por ejercicio con 1-2min de descanso. 6-7 escala Borg, EVA 0-2 Carga 8-15RM por ejercicio: curl femoral sentado (25kg), peso muerto con barra (20kg), peso muerto unilateral con mancuerna (5kg), curl femoral excéntrico con slider (0kg), zancada frontal con mancuernas (10kg totales).					
CORE y glúteos	Plancha frontal y wall press: 3 series de 30seg isométrico, 30seg descanso. Puente glúteo: 3 series de 8-12 repeticiones con 1min de descanso.					
Trabajo aeróbico	10-15min, Borg 5-6, EVA 0-2.					
Propiocepción	3 series de 12 repeticiones por ejercicio con 1min de descanso entre series.					
MND	3 series de 15 movilizaciones.					
Estiramiento	3 repeticiones de 30seg					

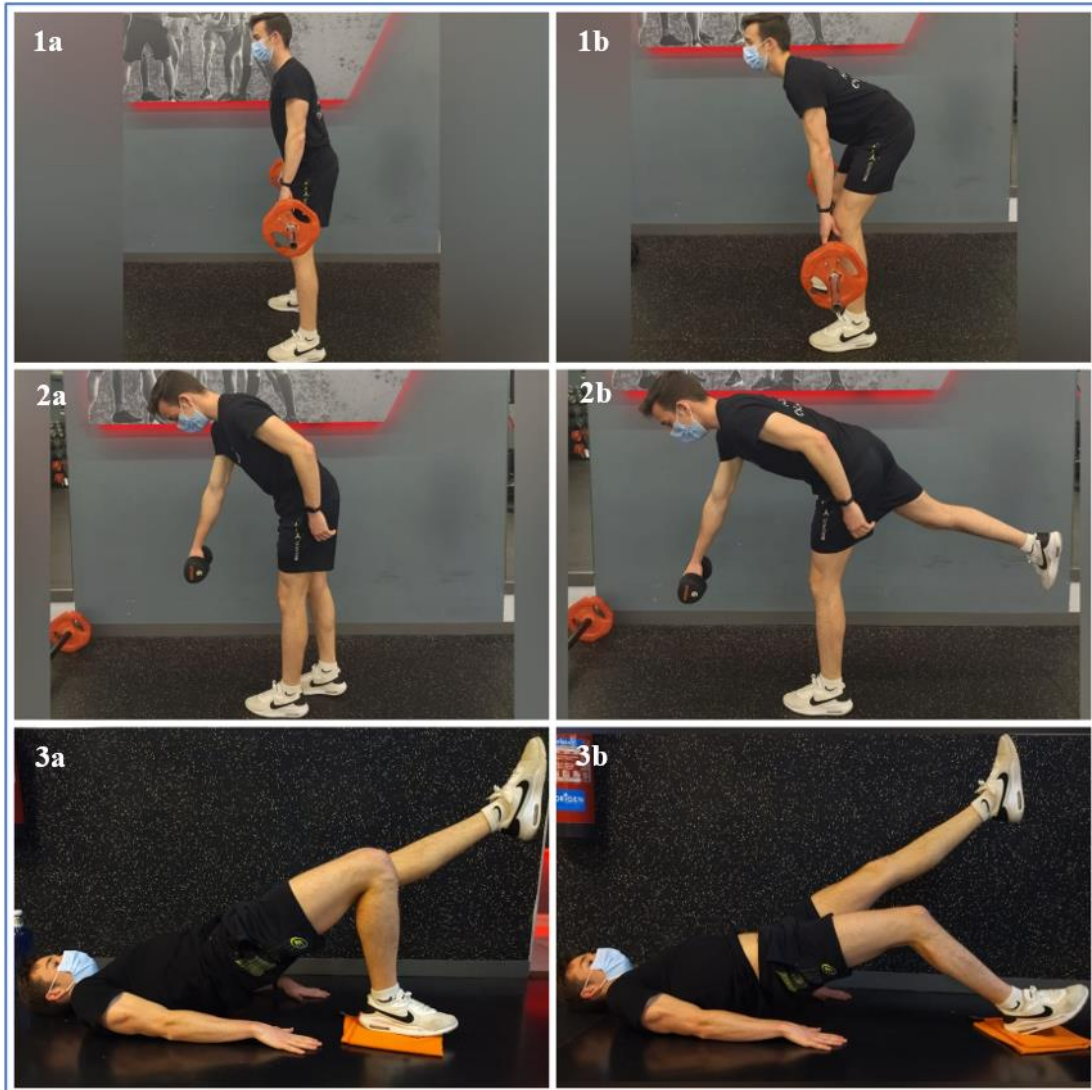


Figura 11. Imagen resumen de ejercicios excéntricos específicos para la musculatura isquiosural: peso muerto con barra (1a y 1b), peso muerto unilateral con mancuerna (2a y 2b) y curl femoral excéntrico con slider (3a y 3b).

En la cuarta semana de readaptación que abarca del día 22 al 28 post lesión, se incluye 3 días de la semana un circuito integral en el cual el paciente incorpora a su recuperación acciones fundamentales como son los cambios de dirección, frenadas, aceleraciones, pequeñas progresiones y saltos.

4.3.3.3. Fase de preoptimización y optimización

Esta fase abarca desde el día 29 post lesión en adelante. Se realiza una exploración y valoración clínica del paciente final, así como un diagnóstico por imagen ecográfica el día 29 post lesión.

Tabla 10. Resumen de la exploración y valoración fisioterápica en el día 29 post lesión.

Clínica del paciente día 29 post lesión					
Dolor	El paciente no refiere dolor a la palpación ni a la contracción concéntrica y excéntrica contra resistencia.				
Hematoma	El hematoma visualmente ha desaparecido y no se observa ninguna alteración en la piel.				
Balance articular	Art. Rodilla	Extensión con cadera a 0°	Activa	Der: 0°	
			Pasiva	Izq: 0°	
		Flexión con cadera a 0°	Activa	Der: 120°	
			Pasiva	Izq: 120°	
		Art. Cadera	Extensión con rodilla extendida	Activa	Der: 0°
				Pasiva	Izq: 20°
	Elevación de la pierna recta (EPR)		Activa	Der: 30°	
			Pasiva	Izq: 30°	
	Prueba del ángulo poplíteo (AP)		Activa	Der: 60°	
			Pasiva	Izq: 60°	
	Isquiosurales	Fuerza (Escala Daniels)	Activa	Der: 70°	
		Elasticidad	Pasiva	Izq: 70°	
Balance muscular	Isquiosurales	Fuerza (Escala Daniels)	Activa	Der: 25°	
		Elasticidad	Pasiva	Izq: 25°	
Balance muscular	Glúteo mayor	Fuerza (Escala Daniels)	Activa	Der: 20°	
		Elasticidad	Pasiva	Izq: 20°	
Marcha	El paciente puede caminar sin dolor y de forma normal.				
Balance muscular	Glúteo mayor	Fuerza (Escala Daniels)	Activa	Der: 5	
			Pasiva	Izq: 5	
	Glúteo medio	Fuerza (Escala Daniels)	Activa	Der: 5	
			Pasiva	Izq: 5	

Diagnóstico por imagen:

Imagen ecográfica: Se realiza una ecografía a los 29 días de la lesión.

- En el corte transversal (figura 12A) se observa una imagen donde el tabique fibroso que hay entre BF y ST (tendón común) se ve de forma regular.
- En el corte longitudinal (figura 12B) se observa una imagen en la cual ha desaparecido la mínima colección hemática que se apreciaba en la anterior exploración.

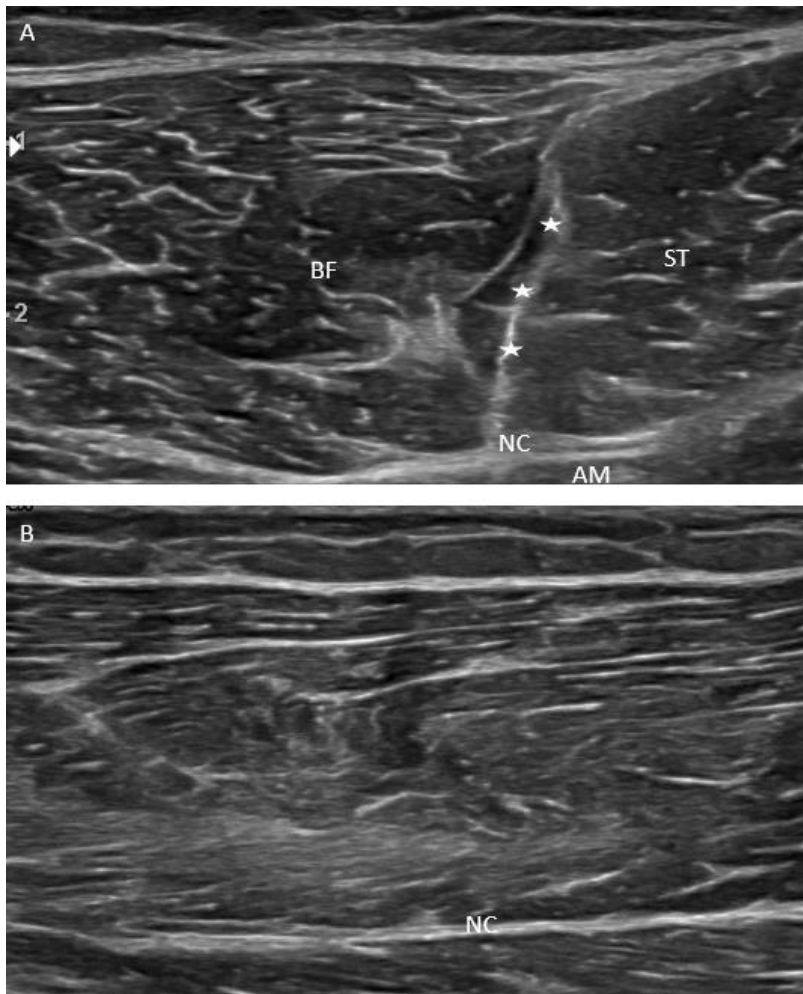


Figura 12. Estudio ecográfico. A) Ecografía en eje transversal. B) Ecografía en eje longitudinal. Figura de estrella: Tendón común; AM: aductor mayor; BF: bíceps femoral; NC: nervio ciático; ST: semitendinoso.

El paciente no siente dolor, ha recuperado el balance articular y muscular consiguiendo los mismos valores que en el miembro sano y tiene una imagen ecográfica de reparación prácticamente completa. Además, ha aumentado la fuerza en glúteo mayor y glúteo medio según la Escala Daniels.

Tiene el alta médica y se busca aumentar las prestaciones para la reincorporación progresiva a la actividad competitiva lo antes posible.

Se realiza un reentrenamiento al esfuerzo físico deportivo por parte del readaptador y del profesional formado en ciencias de la actividad física y del deporte, donde trabajarán, entre otros aspectos, fuerza máxima, potencia y gestos deportivos entre los que se incluye el mecanismo lesional. Además, diseñaran estrategias de prevención para evitar recaídas.

5. DISCUSIÓN

La propuesta de protocolo de tratamiento tiene ciertas limitaciones que expondremos a continuación. El protocolo planteado se ha desarrollado basándose en la evidencia científica disponible.

En la primera etapa de recuperación funcional en la fase degenerativa se ha optado por el protocolo PRICE, cuyo objetivo es el de actuar mediante medidas que limiten el sangrado, el daño muscular y posibles lesiones secundarias. El reposo las primeras 48h previene futuras retracciones de la rotura y hace que el hematoma no aumente²¹. La crioterapia es una medida analgésica de evidencia moderada en fases agudas de lesiones en tejido blando según la revisión sistemática de 2010 publicada en la revista de la Sociedad Española de Dolor²². Aunque su efectividad también ha sido discutida desde 2001 por autores como Mac Auley et al.²³. En la actualidad la combinación de la crioterapia con la compresión es una de las técnicas que más se utilizan en el deporte^{24,25}. Por último, la elevación de un miembro por encima del corazón, según los principios básicos de fisiología y traumatología, reduce la presión hidrostática y con ella disminuye la acumulación de líquido intersticial. Por todo esto, el protocolo PRICE es el más consensuado durante los dos primeros días^{17,21,26} y el que se lleva a cabo en esta fase del protocolo.

El reposo inicial de 24-48h es necesario, pero debe ser seguido de una movilización precoz en forma de fisioterapia activa temprana^{17,27,28}. En 2013, Järvinen et al.²⁹ realizan el primer estudio en detalle de las fases de curación de una rotura en el gastrocnemio de una rata y comparan los efectos de una movilización temprana con los de una inmovilización. Se llega a la conclusión de que una inmovilización prolongada puede hacer que el músculo presente una atrofia y una formación excesiva de tejido conjuntivo con una orientación desorganizada. En base a estos estudios^{17,27,28} y sin encontrar evidencia científica relevante que contradiga lo expuesto anteriormente, el protocolo propuesto comienza con un tratamiento activo a las 48h post lesión.

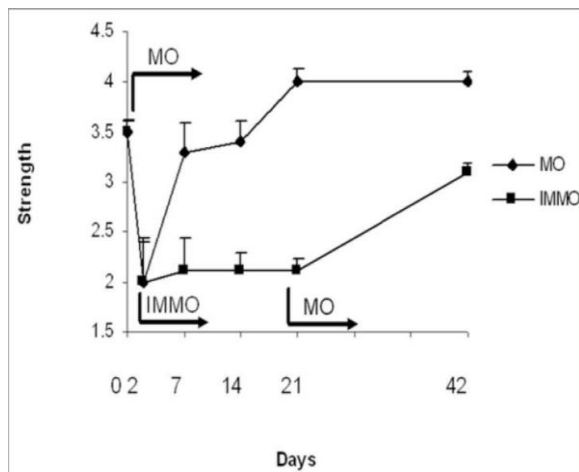


Figura 13. Comparación de la curación y recuperación de fuerza del músculo esquelético por inmovilización (yeso 21 días) frente a la movilización temprana activa a las 48h (yeso 2 días). Puede verse la recuperación rápida de la fuerza y la importancia de la fisioterapia activa temprana. (Järvinen et al.2013)²⁹

En la segunda etapa de recuperación funcional en la fase de reparación se realizan ejercicios isométricos diarios cumpliendo así el objetivo de un tratamiento activo a las 48h post lesión. La dosis propuesta (5 repeticiones, 45seg de contracción y 1min de descanso entre repetición, 2 veces al día) tiene un objetivo específico de generar analgesia y está basada en el estudio de 2017 de Eboni Río et al.³⁰. Existe controversia en el efecto analgésico de los ejercicios isométricos. En 2019 Silbernagel et al.³¹ cuestionan la relevancia de los isométricos, concluyendo que no existe convergencia entre la superioridad de una modalidad de contracción isométrica frente a la excéntrica y que no se debe extrapolar el estudio en tendinopatía rotuliana a otras tendinopatías y demás patologías del sistema musculoesquelético.

La tercera fase del protocolo corresponde a la readaptación físico-deportiva. El modelo funcional estructurado que se propone está basado en el concepto “primero muévete bien y luego muévete con frecuencia” de Gray Cook et al.²⁰. Antes de someterse a cargas externas se construye un modelo atendiendo a la calidad de movimiento del deportista y respetando el control motor. En base a los estudios de Bardenett et al.³² y de Dinc et al.³³ se propone un trabajo a lo largo de todo el protocolo de control del ritmo lumbopélvico, ejercicios para ganar rango de movimiento de cadera, enseñanza del patrón motor en la extensión de cadera y ejercicios de propiocepción.

En cuanto al bloque de fuerza dentro de la readaptación físico-deportiva y su entrenamiento en la fase de aproximación, se propone una cuantificación de la carga

basada en las recomendaciones de Salom et al.³⁴. Una de las consideraciones importantes en la progresión de la carga en fases de readaptación es no superar el límite de lo permitido. Zimmerman et al.³⁵ observaron que, en fases tempranas de la recuperación, un trabajo mayor al 80% de la 1RM (repetición máxima, resistencia específica que permite realizar únicamente una repetición en esa serie y en un ejercicio concreto con la técnica correcta) puede producir reacciones hemodinámicas, como compresión mecánica de los vasos sanguíneos durante la contracción muscular y, a su vez, un efecto de vasoconstricción refleja en las zonas no implicadas, lo que podría generar un efecto no deseado sobre la estructura que está en proceso de recuperación.

En la fase de aproximación de la readaptación, teniendo en cuenta las recomendaciones de Salom et al.³⁴, se propone una carga de 15-20RM, un volumen de 2 series y 15-20 repeticiones por ejercicio y una frecuencia de 3 días a la semana. Existe controversia sobre si la carga de trabajo es la correcta, ya que Salom et al.³⁴ se basan en las recomendaciones de Bird et al.³⁶, las cuales son respecto a programas de entrenamiento en músculo sano. Para saber si la carga propuesta es adecuada y no supera el límite del 80% de la 1RM establecido por Zimmerman et al.³⁵, se debe tener en cuenta que a la hora de transformar la 15-20RM a la 1RM existen múltiples variables que afectan, como es la carga, la velocidad de ejecución o las repeticiones. González-Badillo et al.³⁷ muestran en su estudio que para llegar a trabajar al 85% de la 1RM se deben realizar entre 4-8 repeticiones a una velocidad de ejecución determinada, para trabajar al 75% de la 1RM se deben realizar entre 7-13 repeticiones a una velocidad de ejecución determinada y, por último, para trabajar al 70% de la 1RM se deben realizar entre 9-19 repeticiones a una velocidad de ejecución determinada. Extrapolando los datos que aporta este estudio a la fase de aproximación del protocolo planteado, se puede confirmar que no se supera el límite permitido de carga descrito por Zimmerman et al.³⁵, ya que se estará trabajando con una carga que permite realizar entre 15-20 repeticiones por ejercicio y para trabajar por encima del 80% de la 1RM se deben realizar entre 4-8 repeticiones.

En la fase de orientación donde el paciente no siente dolor en ningún tipo de contracción y la imagen ecográfica no muestra signos patológicos relevantes, se propone una progresión en la carga incorporando el ejercicio excéntrico y trabajando con el objetivo general de recuperar fuerza y el específico de la hipertrofia muscular. Para conseguir estos objetivos, Badillo et al.³⁸ y Bird et al.³⁶ plantean unos parámetros

específicos para una rutina de hipertrofia, los cuales son aplicados en la fase de orientación del protocolo.

El retorno a la competición es uno de los más complejos procesos en medicina del deporte. Se trata de que la vuelta a la actividad competitiva sea lo más precoz posible, y a su vez lo más segura. Los principales métodos de evaluación son la exploración clínica, valoración de fuerza y flexibilidad, criterios de imagen, pruebas funcionales de campo y control de posibles factores de riesgo. Aunque existen varios criterios de evaluación más o menos objetivos, no están aceptados por todos los autores. El grupo de estudio de músculo y tendón de la sociedad española de traumatología del deporte llega a la conclusión de que el mejor criterio para el retorno a la competición es la sensación positiva del deportista en cuanto a dolor, fuerza y elasticidad¹⁰.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto un protocolo fisioterápico con el que se logró disminuir el dolor, recuperar la movilidad articular y ganar fuerza, elasticidad y control neuromuscular de la musculatura isquiosural en un paciente tras una lesión del tendón común. Por lo tanto, creemos que es un protocolo válido para tratar este tipo de patología.

Sin embargo, es necesario realizar estudios con un mayor número de casos para generalizar y justificar o no esta propuesta de tratamiento.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Opar D, Williams M. Hamstring strain injuries. *Medicine AS-S* [homepage on the Internet] 2012 [cited 2021 Dec 29];42(3):209–226. Available from: <https://link.springer.com/article/10.2165/11594800-000000000-00000>
2. Hägglund M, Waldén M, Bahr R, Ekstrand J. Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British Journal of Sports Medicine* [homepage on the Internet] 2005 [cited 2022 May 27];39(6):340. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1725241/>
3. Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997-2000. *Br J Sports Med* [homepage on the Internet] 2002 [cited 2022 May 27];36(1):39–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11867491/>
4. Opar D, Drezner J, Shield A, et al. Acute injuries in track and field athletes: a 3-year observational study at the Penn Relays Carnival with epidemiology and medical coverage implications. *Am J Sports Med* [homepage on the Internet] 2015 [cited 2021 Dec 29];43(4):816–822. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25560540/>

5. Netter FH, Machado CAG, Hansen JT. Atlas de anatomía humana. 7a ed. Barcelona: Elsevier, 2019;
6. Neumann DA. Cinesiología del sistema musculoesquelético: fundamentos de la rehabilitación física. 1a. ed. Barcelona: Paidotribo; 2007.
7. Balius Matas R, Pedret Carballido C. Lesiones Musculares en el Deporte. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2013.
8. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med [homepage on the Internet] 2013 [cited 2022 May 27];47(6):342–350. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23080315/>
9. Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. Br J Sports Med [homepage on the Internet] 2014 [cited 2022 May 27];48(18):1347–1351. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25031367/>
10. Study Group of the Muscle and Tendon System from the Spanish Society of Sports Traumatology, Balius R, Blasi M, et al. A Histoarchitectural Approach to Skeletal Muscle Injury: Searching for a Common Nomenclature. Orthop J Sports Med [homepage on the Internet] 2020 [cited 2022 Apr 26];8(3):2325967120909090. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32232071>
11. Balius R, Alomar X, Pedret C, et al. Role of the Extracellular Matrix in Muscle Injuries: Histoarchitectural Considerations for Muscle Injuries. Orthop J Sports Med [homepage on the Internet] 2018 [cited 2022 Apr 28];6(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30246041/>
12. Contreras P. Nuevas aproximaciones terapéuticas para la regeneración muscular basadas en el ejercicio físico, plasma rico en plaquetas y glicosaminoglicanos en modelo de rata. [tesis doctoral]. Barcelona: Universitat de Barcelona; 2017. Recuperado a partir de: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/404884#page=1>
13. Lieber RL. Estructura del músculo esquelético, función y plasticidad: bases fisiológicas de la fisioterapia. 2a. ed. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana de España, 2004;
14. Pedret C, Balius R. Muscle injuries in sport: Update of the Dr. Cabot's article published in Apuntes de Medicina Deportiva in 1965. Apunts Medicina de l'Esport 2015;50(187):111–120.
15. Vandenburg HH. Dynamic mechanical orientation of skeletal myofibers in vitro. Dev Biol [homepage on the Internet] 1982 [cited 2021 Dec 29];93(2):438–443. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7141107/>
16. Hawke TJ, Garry DJ. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. J Appl Physiol [homepage on the Internet] 2001 [cited 2021 Dec 29];91(2):534–551. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11457764/>
17. Kannus P, Parkkari J, Järvinen TLN, Järvinen TAH, Järvinen M. Basic science and clinical studies coincide: Active treatment approach is needed after a sports injury. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 2003;13(3):150–154.

18. Marotta M, Sarria Y, Ruiz-Roig C, Munell F, Roig-Quilis M. Laser microdissection-based expression analysis of key genes involved in muscle regeneration in mdx mice. *Neuromuscul Disord* [homepage on the Internet] 2007 [cited 2022 May 28];17(9–10):707–718. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17611107/>
19. Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A y Santonja F. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Rev Andal Med Deporte* [Homepage on the Internet]. 2012 [cited 2022 Apr 12]; Vol 6. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1888-75462013000300006
20. Cook G. *Movement: functional movement systems: screening, assessment, corrective strategies. On target publications.* 2010
21. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, et al. Muscle injuries: optimising recovery. *Best Pract Res Clin Rheumatol* [homepage on the Internet] 2007 [cited 2022 May 26];21(2):317–331. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17512485/>
22. Revisio´ R, Mbe R, Gutiérrez Espinoza HJ, Lavado Bustamante IP, Méndez Pérez SJ. Revisión sistemática sobre el efecto analgésico de la crioterapia en el manejo del dolor de origen músculo esquelético. *Revista de la Sociedad Espanola de Dolor* [homepage on the Internet] 2010 [cited 2022 May 26];17:242–252. Available from: www.elsevier.es/resed
23. Auley DC mac. Ice therapy: how good is the evidence? *Int J Sports Med* [homepage on the Internet] 2001 [cited 2022 May 26];22(5):379–384. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11510876/>
24. Su EP, Perna M, Boettner F, et al. A prospective, multi-center, randomised trial to evaluate the efficacy of a cryopneumatic device on total knee arthroplasty recovery. *J Bone Joint Surg Br* [homepage on the Internet] 2012 [cited 2022 May 31];94(11 Suppl A):153–156. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23118406/>
25. Waterman B, Walker JJ, Swaims C, et al. The efficacy of combined cryotherapy and compression compared with cryotherapy alone following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Knee Surg* [homepage on the Internet] 2012 [cited 2022 May 31];25(2):155–160. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22928433/>
26. Lehto MUK, Jarvinen MJ. Muscle injuries, their healing process and treatment. *Annales Chirurgiae et Gynaecologiae* [homepage on the Internet] 1991 [cited 2022 May 26];80(2):102–108. Available from: <https://europepmc.org/article/med/1897874>
27. Orchard J, Best TM, Verrall GM. Return to play following muscle strains. *Clin J Sport Med* [homepage on the Internet] 2005 [cited 2022 May 26];15(6):436–441. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16278548/>
28. Huard J, Li Y, Fu FH. Muscle injuries and repair: Current trends in research. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A* 2002;84(5):822–832.
29. Järvinen T, Järvinen M, Kalimo H. Regeneración del músculo esquelético lesionado después de la lesión. *Músculos, ligamentos y* [homepage on the Internet] 2013 [cited 2021 Dec 29]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc3940509/>
30. Rio E, Ark M van, Docking S, et al. Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical

- Trial. Clin J Sport Med [homepage on the Internet] 2017 [cited 2022 May 26];27(3):253–259. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27513733/>
31. Gravare Silbernagel K, Vicenzino BT, Rathleff MS, Thorborg K. Isometric exercise for acute pain relief: is it relevant in tendinopathy management? Br J Sports Med [homepage on the Internet] 2019 [cited 2022 May 26];53(21):1330–1331. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31076398/>
 32. Bardenett SM, Micca JJ, DeNoyelles JT, Miller SD, Jenk DT, Brooks GS. Functional movement screen normative values and validity in high school athletes: can the fmssm be used as a predictor of injury? International Journal of Sports Physical Therapy [homepage on the Internet] 2015 [cited 2022 May 27];10(3):303. Available from: [/pmc/articles/PMC4458917/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27513733/)
 33. Dinc E, Kilinc BE, Bulat M, et al. Effects of special exercise programs on functional movement screen scores and injury prevention in preprofessional young football players. Journal of Exercise Rehabilitation [homepage on the Internet] 2017 [cited 2022 May 27];13(5):535–540. Available from: <http://www.ejer.org/journal/view.php?number=2013600424>
 34. Salom Moreno J. Readaptación tras las lesiones deportivas: un tratamiento multidisciplinar basado en la evidencia. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2020.
 35. Klaus Zimmermann. Entrenamiento muscular. Schondorf, Alemania: Paidotribo; 2004.
 36. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. Sports Medicine [homepage on the Internet] 2005 [cited 2022 May 24];35(10):841–851. Available from: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200535100-00002>
 37. González-Badillo JJ, Yañez-García JM, Mora-Custodio R, Rodríguez-Rosell D. Velocity Loss as a Variable for Monitoring Resistance Exercise. Int J Sports Med [homepage on the Internet] 2017 [cited 2022 May 24];38(3):217–225. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28192832/>
 38. González Badillo JJ, Gorostiaga Ayestarán E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Vol 1. 3ª ed. Barcelona: INDE Publicaciones; 2002