

La electrolisis percutánea y un programa de recuperación y readaptación reducen el tiempo de “return to play” en jugadores de fútbol profesional con lesión en la musculatura isquiotibial: Serie de casos

Sergio Jiménez-Rubio¹ Fermín Valera-Garrido^{1,2,3} Francisco Minaya-Muñoz^{2,3} Archit Navandar⁴

¹ Getafe Club de Fútbol, Madrid, España

² MVClinic Institute, Madrid, España

³ Departamento de Fisioterapia, Universidad CEU San Pablo, Madrid, España

⁴ Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Europea de Madrid, Madrid, España

Address for correspondence Archit Navandar, PhD, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Europea de Madrid, Calle Tajo s/n, Urb. El Bosque, 28670 Villaviciosa de Odón, Madrid, España (e-mail: archit.navandar@universidadeuropea.es).

Rev Fisioter Invasiva 2020;3:38–44.

Resumen

Esta serie de casos describe el protocolo de tratamiento tras una lesión muscular grado 2 en el músculo semitendinoso a nivel proximal mediante la técnica de Electrolisis Percutánea Musculo-esquelética ecoguiada (EPM-e) y un Programa de Recuperación & Readaptación (PRR) en dos jugadores de fútbol profesional. La lesión se diagnosticó mediante resonancia magnética y ecografía musculo-esquelética. Los jugadores recibieron una sesión de electrolisis percutánea 48 horas después de la lesión. La fase *indoor* del PRR se inició 24 horas después de la intervención, y posteriormente el jugador realizó una fase en su contexto específico (*on-field*), después de la cual los jugadores volvieron a entrenar con el equipo. La efectividad del programa se midió comparando los datos de rendimiento de la competición registrados a través del *Global positioning system* (GPS) en dos partidos previos a la lesión y en cinco partidos después de la misma, y con imágenes ecográficas que analizaron la evolución de la lesión muscular. No se identificaron efectos adversos durante ni después de la electrolisis percutánea. Ambos jugadores se perdieron un único partido de competición debido a la lesión (regresaron a competir en 14 y 16 días). Las variables GPS estudiadas mostraron valores similares antes y después de la lesión. El protocolo de electrolisis percutánea y PRR mejora los resultados de la fase inicial de reparación muscular y reduce el tiempo para volver al entrenamiento y a la competición, manteniendo los parámetros GPS que los jugadores necesitan en el alto rendimiento.

Palabras clave

- ▶ lesión isquiotibiales
- ▶ electrolisis percutánea
- ▶ ejercicio
- ▶ fútbol profesional
- ▶ return to play

Introducción

Las roturas musculares se encuentran entre las lesiones más frecuentes en el deporte.¹ En el fútbol profesional, continúa siendo un problema importante debido a la pérdida de

competición y de entrenamiento, y por presentar una alta tasa de recaída.^{2–4} Por este motivo, constituye un reto en relación a los tratamientos.^{5–7}

La técnica de Electrolisis Percutánea Musculo-esquelética (EPM) es una técnica de fisioterapia invasiva que consiste en

received
November 26, 2019
accepted
April 29, 2020

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0040-1712512>.
ISSN 2386-4591.

Copyright © 2020 by Thieme Revinter Publicações Ltda, Rio de Janeiro, Brazil

License terms



la aplicación de una corriente galvánica a través de una aguja de punción.⁸ Este tratamiento genera un proceso inflamatorio local que produce un aumento de la actividad celular y la reparación del área afectada.⁹ La aguja se dirige de forma ecoguiada a los tejidos blandos lesionados del sistema musculoesquelético. La electrolisis percutánea ha demostrado su efectividad en tendinitis,¹⁰ en fascitis plantar,¹¹ en latigazo cervical,¹² y en el síndrome de dolor miofascial¹³; sin embargo, es poco conocida su efectividad en el tratamiento de la lesión muscular aguda.^{14,15}

Las lesiones agudas de la musculatura isquiotibial son de las más comunes en, prácticamente, todos los deportes de equipo e individuales que implican al cuadrante inferior con gestos de explosividad, especialmente en el fútbol.¹⁶ La lesión muscular del isquiotibial por distensión se considera un cuadro clínico multifactorial.¹⁷ Teniendo en cuenta la alta tasa de recaídas,¹⁸ muchos autores sugieren llevar a cabo un abordaje deportivo específico en la fase de recuperación para lograr un escenario óptimo de vuelta al juego/competición (*return to play* – RTP), que permita al jugador; realizar tareas con niveles previos a la lesión sin dolor ni restricción al movimiento, mantener el rendimiento, y al mismo tiempo reducir el riesgo de recaída.¹⁹ Aunque en la literatura científica se hayan publicado diferentes programas de RTP,²⁰ a día de hoy no hay ningún programa de recuperación específico en fútbol tras una lesión de la musculatura isquiotibial que integre el tratamiento con electrolisis percutánea y un Programa de Recuperación & Readaptación (PRR).

Descripción del Caso

Participantes

Se incluyeron en el estudio dos jugadores de fútbol profesional pertenecientes a un equipo de la primera división de España durante la temporada 2017/2018. Uno de los jugadores jugaba en la posición de lateral (jugador A: 30 años, caucásico, peso = 72.1 kg; altura = 1.72 m), mientras que el otro jugador jugaba de defensa central (jugador B: 26 años, africano, peso = 71.8 kg; altura = 1.75 m). Ambos jugadores tuvieron una lesión por mecanismo indirecto en el músculo semitendinoso a nivel proximal durante una competición oficial. Los jugadores firmaron el consentimiento informado y se les informó de su derecho a abandonar el estudio en cualquier momento. El comité de ética de la Universidad Politécnica de Madrid aprobó el estudio.

En ambos casos, la lesión se diagnosticó mediante resonancia magnética y ecografía musculoesquelética a las 48 horas de la lesión. Según el sistema de clasificación de la lesión muscular de Peetrons,²¹ ambas lesiones se clasificaron como grado 2 del músculo semitendinoso a nivel de la unión miotendinosa proximal.

En la evaluación ecográfica inicial se identificó una lesión muscular (<5cm, área máxima de sección transversal / *Cross-sectional Area* [CSA] aproximadamente del 10%), con alteración del patrón fibrilar y edema circundante sin colección de líquido/hematoma aspirable (► Fig. 1-A).

Se realizó una intervención combinada que incluyó la electrolisis percutánea y el PRR.

La evolución del área lesionada se monitorizó cada tres días mediante ecografía, con la ayuda del *software* Asistente

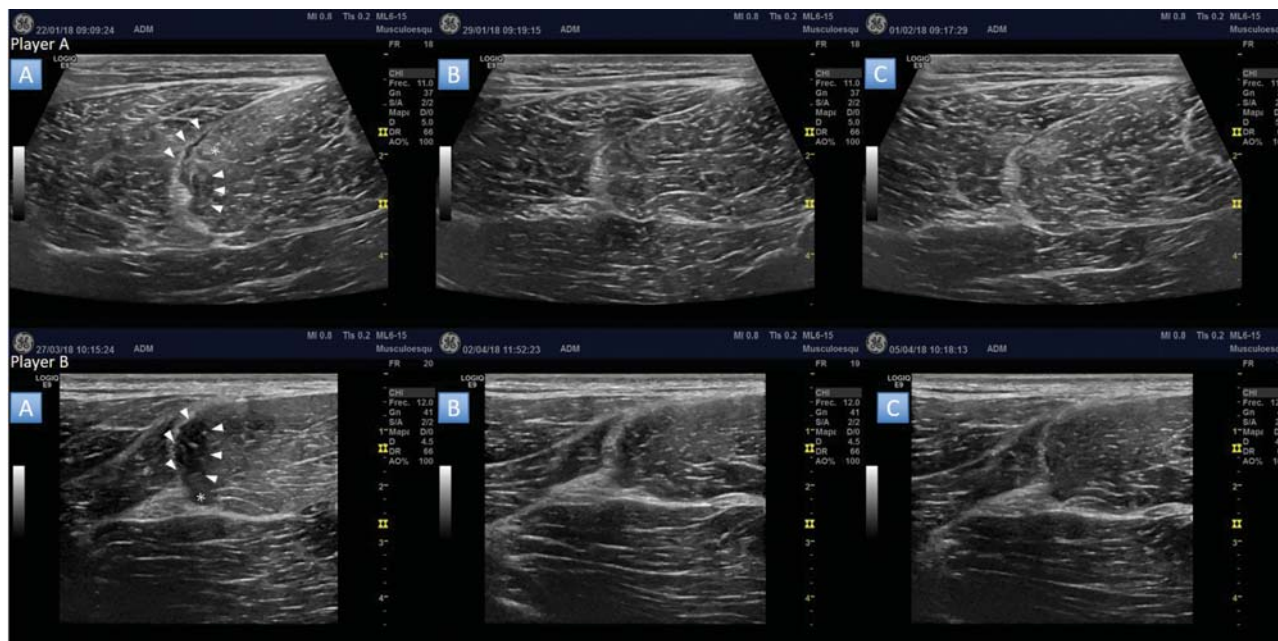


Fig. 1 Estudio ecográfico transversal en modo B de la evolución de la lesión muscular. (A) Inicial. 48 horas post-lesión. Las imágenes ecográficas muestran la discontinuidad de las fibras musculares a nivel de la rotura (punta de flecha), con edema muscular circundante (asterisco). (B) Estudio ecográfico durante la fase *indoor*. (C) Estudio ecográfico durante la fase *on field*.

de Comparación GE LOGIQ™ que permite comparar las imágenes previas con los nuevos estudios, contribuyendo así a la reproducibilidad.

Electrolisis Percutánea Musculoesquelética ecoguiada (EPM-e)

Los jugadores realizaron una sesión de electrolisis percutánea a las 48 horas de la lesión. La técnica se realizó de forma ecoguiada sobre el área de lesión utilizando una intensidad de 2 mA durante 3s y 5 impactos (2:3:5), según el protocolo definido por Valera & Minaya.²² Se utilizó un dispositivo certificado para la aplicación percutánea de la corriente eléctrica (Physio Invasiva®, PRIM Physio, España) (► **Figura 2**). El dispositivo genera una corriente galvánica a través del cátodo (bisturí electroquirúrgico modificado para aguja) mientras el paciente sostiene el ánodo (electrodo de mano). Se utilizó un equipo de ecografía General Electric (GE Logiq E9) con una sonda línea (ML6-15, GE Healthcare, Wisconsin, USA). Para la intervención, el paciente estaba tumbado en decúbito prono sobre la camilla con los pies por fuera de la misma. De forma previa a la inserción de la aguja, la superficie de la piel se limpió con alcohol isopropílico y clorhexidina (Lainco® 2%). Al mismo tiempo, la sonda se cubrió con un cubresondas no estéril sobre el que se colocó una capa de gel no estéril, y se situó sobre el tejido diana. A continuación, se insertó una aguja de punción de 0.30 mm × 50 mm (aguja Physio Invasiva®, PRIM Physio, España; aguja de acero sin recubrimiento con mango de metal rígido y con guía, tipo coreana), realizando un abordaje en eje corto, perpendicular a la superficie de la piel, llegando hasta la zona de lesión, según el procedimiento descrito por Valera & Minaya (► **Figura 3**).²³ La aplicación de la técnica la realizó un fisioterapeuta con más de 10 años de experiencia en evaluación ecográfica y 15 años de experiencia en fisioterapia invasiva. Se recomendó el uso de paracetamol vía oral, si fuese necesario, con el fin de controlar el dolor en las primeras 24 horas después de la intervención.

Se solicitó a los jugadores que informaran de cualquier evento adverso que experimentaran durante o después de la intervención con electrolisis percutánea. Los eventos adversos se pueden definir como secuelas de un periodo de duración de medio a largo plazo, con síntomas moderados



Fig. 2 Dispositivo certificado (Physio Invasiva®, PRIM Physio, Spain). (A) Dispositivo. (B) Cátodo (bisturí electroquirúrgico modificado para aguja). (C) Portaaguja. (D) Aguja. (E) Ánodo (electrodo de mano).

a severos, percibidos como angustiosos e inaceptables y que requieren tratamiento adicional.²⁴

Programa de Recuperación and Readaptación (PRR)

El programa se dividió en 2 fases en función de la evolución de los participantes durante la recuperación. Las fases fueron: a) Fase *Indoor*; b) Fase *On Field*.

Fase Indoor

El programa de recuperación y readaptación (PRR) adaptado de Jiménez-Rubio et al²⁵ (► **Tabla 1**) comenzó 24 horas después de la aplicación de la electrolisis percutánea. Inicialmente, los participantes fueron estimulados con tareas de movilidad de cadera y columna para lograr un rango completo y eficaz de movimiento, así como tensiones isométricas de los músculos de las extremidades inferiores con el pie apoyado en suelo, especialmente activando el glúteo mayor.²⁶ Después, se iniciaron tareas dinámicas en rangos controlados, evitando la flexión simultánea de la cadera y la extensión de la rodilla a velocidades descontroladas. Tales movimientos incluyeron desplazamientos en el plano frontal y patrones de extensión de la cadera reeducando el gesto unipodal en el plano sagital. De forma progresiva, la velocidad y la carga en dichas tensiones aumentaron, y se introdujeron habilidades de perfil multiplanar con y sin cargas externas (como uso de trineo desde la marcha hacia la carrera con empujes seguros²⁷). Se continuó con más tareas unilaterales poniendo énfasis en aplicar tensiones en la estructura lesionada para protegerla (rotaciones de la pelvis, pesos muertos desde una altura,

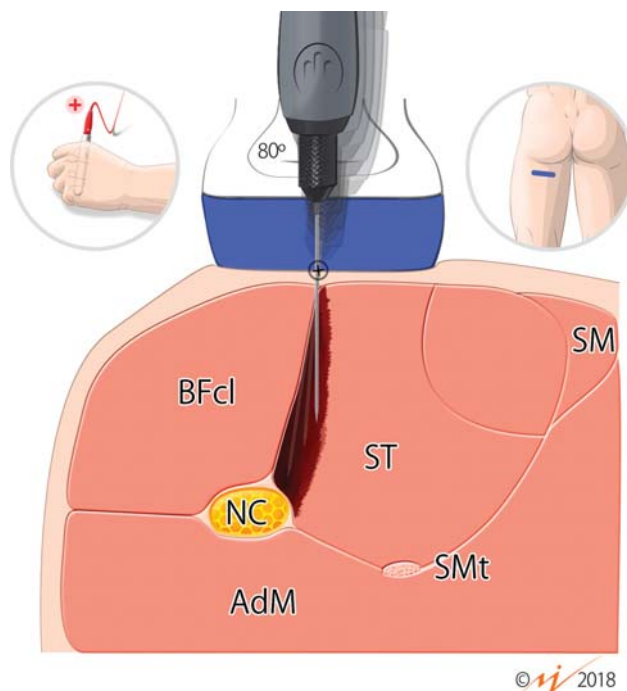


Fig. 3 EPM-e para la lesión muscular de los isquiotibiales a nivel proximal. Abreviaturas: AdM, Aductor Mayor; BFcl, Biceps Femoral cabeza larga; SM, Semimembranoso; SMT, Tendón del semimembranoso; NC, Nervio ciático; ST, Semitendinoso. (Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. Electrolisis percutánea musculoesquelética. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2020, en prensa, con permiso).

Tabla 1 Items del programa de recuperación y readaptación (PRR)

Programa	Fase	Descripción
Programa de Recuperación y Readaptación (PRR)	Fase Indoor	<ul style="list-style-type: none"> - Tareas de movilidad de cadera y columna para lograr un rango completo y eficaz de movimiento, así como tensiones isométricas de los músculos de las extremidades inferiores con el pie apoyado en suelo, especialmente activando el glúteo mayor. - Tareas dinámicas en rangos controlados, evitando la flexión simultánea de la cadera y la extensión de la rodilla a velocidades descontroladas. - Desplazamientos en el plano frontal y patrones de extensión de la cadera reeducando el gesto unipodal en el plano sagital. La velocidad y la carga en dichas tensiones aumentaron, y se introdujeron habilidades de perfil multiplanar. - Tareas unilaterales poniendo énfasis en aplicar tensiones en la estructura lesionada para protegerla (rotaciones de la pelvis, pesos muertos desde una altura, diferentes sentadillas monopodales, búlgaras, etc.). - Entrenamiento de fuerza neuromuscular combinando ciclo isométrico + acortamiento/ estiramiento con habilidades multiplanares.
	Fase On Field	<ul style="list-style-type: none"> - Tareas y habilidades específicas con <i>sprints</i> de 8–14 m con y sin cambios de dirección (aleatorizados) y desaceleraciones (tiempo total inferior a 12 seg), seguidos de golpeos a mini portería a 12 m de distancia. - Aceleraciones con arrastres de trineo con un disco de 10 kg en una distancia de 20 m. Esto se realizó en la secuencia 1–2–1 con 8 segundos de descanso entre esfuerzos con una acción de golpeo opcional después de las series. - Tareas deportivas específicas (con y sin balón), incluidas las de capacidad de <i>sprints</i> repetidos (RSA) (distancia > 14 m) a través de patrones de desaceleración, cambios de dirección, pivotajes, aterrizajes, absorción de fuerzas y repetición de acciones coordinativas. - Acciones similares a los mecanismos de lesión a altas velocidades sin oposición. Cada esfuerzo duró un máximo de 15 segundos con una recuperación incompleta (<30 segundos).

Criterios de progresión desde fase indoor a fase on field.

Cuando la ecografía confirmó una alineación correcta de las fibras musculares sin evidencia de edema (► **Figura 1-B**), y cuando los participantes pudieron superar habilidades específicas a nivel multiplanar y diferentes patrones de aceleración sin dolor.

Criterios de progresión desde fase on field al entrenamiento colectivo.

Cuando la ecografía confirmó una reparación muscular óptima (► **Figura 1-C**) y cuando los participantes superaron tareas de cambios de dirección, sprints, habilidades deportivas específicas con incertidumbre y repetición de esfuerzos.

diferentes sentadillas monopodales, etc.). Cuando el jugador era capaz de superar estas tareas y cuando la ecografía confirmaba una alineación correcta de las fibras musculares sin evidencia de edema (► **Figura 1-B**), progresaba hacia la realización del PRR en el contexto específico del césped.

Fase On Field (césped)

Después de completar con éxito el programa *indoor*, los jugadores continuaron entrenando a través de tareas definidas en el contexto específico, el campo (*on field*) (► **Tabla 1**). Estas sesiones se organizaron con un aumento progresivo de la complejidad y dificultad. Superando los estímulos aplicados con el ejercicio, los jugadores tuvieron que realizar *sprints* de 8–14 metros con y sin cambios de dirección (aleatorizados) y desaceleraciones (esfuerzos con tiempo total inferior a 12 segundos), seguidos de disparos a mini porterías a 12 m de distancia. A continuación, los participantes arrastraron un trineo con un disco anexo de 10 kg en una distancia de 20 m. Esto se realizó en la secuencia 1–2–1 con 8 segundos de descanso entre los esfuerzos²⁸ con una acción de golpeo opcional después de las series. Los jugadores también entrenaron tareas específicas de fútbol (con y sin balón), incluidas las de capacidad de *sprints* repetidos (RSA) (distancia > 14 m) a través de patrones de desaceleración, cambios de dirección, pivotajes, aterrizajes, absorción de fuerzas y repetición de acciones coordinativas.²⁹ Finalmente, hacia el final de la fase *on field*, justo antes de

regresar con el grupo, los jugadores entrenaron con acciones similares a los mecanismos de lesión a altas velocidades sin oposición. Cada esfuerzo duró un máximo de 15 segundos con una recuperación incompleta (<30 segundos).

Una vez que los jugadores completaron con éxito todas las tareas del PRR (► **Tabla 1**) y cuando la imagen ecográfica confirmaba una reparación óptima de la lesión muscular (► **Figura 1-C**), se consideró que estaban disponibles y entrenaron con el grupo.

Variables de GPS Registradas

Para ambos jugadores, se registraron datos de GPS (WIMU PRO™, Real Track Systems®, Almería, España) de todas las competiciones en las que participaron. Ambos jugadores disputaron la duración completa de los partidos (90 minutos) antes y después de la lesión. Los registros se obtuvieron de dos competiciones previas a la lesión y cinco competiciones después de la vuelta a la competición (RTP-1 y cuatro partidos más). Las variables utilizadas para comparar el rendimiento fueron las siguientes: a) distancia total recorrida; b) distancia recorrida por encima de 21 km/h; c) distancia recorrida entre 14–21 km/h; d) velocidad máxima adquirida; e) aceleración máxima; f) desaceleración máxima; g) distancia explosiva (distancia recorrida cuando la aceleración superó 1.2 m/s²) y h) relación carrera/marcha (relación de la distancia recorrida por encima de 7 km/h a la distancia recorrida por debajo de 7 km/h).

Tabla 2 Datos de variables GPS de competiciones antes y después de la lesión

	PRE2	PRE1	RTP1	RTP2	RTP3	RTP4	RTP 5
Jugador A							
Días (antes y después de la lesión)	-13	-7	16	23	31	37	40
Distancia Total (m)	11165.32	11002.9	10992.12	10985.23	11411.89	10874.34	11321.11
Distancia a V1 (m)	1994.53	1978.93	1971.37	2131.02	2013.21	2111.89	2190.5
Distancia a V2 (m)	488.92	582.14	380.93	468.98	510.21	543.21	651.49
Velocidad máxima (km/h)	31.81	33.95	29.63	32.78	31.9	32.12	30.74
Aceleración máxima (m/s ²)	5.32	4.96	5.25	5.65	4.97	5.01	4.41
Deceleración máxima (m/s ²)	-6.99	-7.96	-6.25	-6.23	-6.37	-6.12	-6.65
Distancia explosiva (m)	1611.91	1549.16	1390.73	1497.31	1297.34	1424.66	1531.3
Relación carrera/marcha	1.86	2.17	2.05	1.92	2.03	2.12	2.14
Jugador B							
Días (antes y después de la lesión)	-28	-21	14	22	25	28	36
Distancia Total (m)	9831.56	9678.12	9861.91	9987.65	9554.59	10177.12	9993.87
Distancia a V1 (m)	1369.07	1034.96	797.00	1056.89	1314.27	1198.65	1284.52
Distancia a V2 (m)	353.61	293.12	206.60	298.70	345.80	401.76	443.74
Velocidad máxima (km/h)	32.85	30.97	31.74	31.87	32.01	31.97	35.09
Aceleración máxima (m/s ²)	5.36	5.32	5.28	5.43	3.59	5.12	5.25
Deceleración máxima (m/s ²)	-6.07	-6.94	-5.39	-5.43	-4.68	-5.39	-6.73
Distancia explosiva (m)	1329.35	1197.34	1201.07	1224.87	490.23	1277.45	1301.96
Relación carrera/marcha	2.04	1.61	1.43	1.59	0.22	1.82	1.68

Abreviaturas: PRE2 y PRE1, Competiciones PRE-lesión; RTP1, Return to play (1^{er} partido tras la lesión); RTP2, Return to play (2^o partido tras la lesión), etc.; V1, Distancia recorrida entre 14–21 km/h; V2, Distancia recorrida por encima de 21 km/h.

Resultados

Desde el momento de la lesión, el jugador A completó el primer entrenamiento (*return to training*) con el grupo a los 14 días y posteriormente compitió de forma oficial a los 16 días. El jugador B pudo completar tareas con el equipo a los 9 días, y disputó la primera competición (*return to play*) a los 14 días. No se identificaron efectos adversos durante ni después de la aplicación de la electrolisis percutánea. Los jugadores volvieron a competir (► **Tabla 2**; RTP-1) registrando parámetros de GPS que eran similares a los valores previos a la lesión (► **Tabla 2**; PRE-2-1) y manteniendo el rendimiento durante los cuatro partidos siguientes (► **Tabla 2**; RTP-2-3-4-5). Se hizo un seguimiento hasta ocho meses después de la lesión y ninguno de los jugadores sufrió una recaída durante este período, lo que indica la recuperación completa tanto a nivel estructural como funcional, incluyendo una óptima reprogramación neuromuscular.

Discusión

Según los conocimientos actuales, este es el primer estudio que describe el efecto combinado de la electrolisis percutánea y un PRR sobre lesiones musculares en jugadores de fútbol profesional. El protocolo ha obtenido excelentes resultados ya que los datos muestran una vuelta precoz a la actividad deportiva. En este estudio, los parámetros de GPS de los

partidos de ambos jugadores se registraron antes y después de haber sufrido una lesión en el músculo semitendinoso. Tras sufrir la lesión, los jugadores fueron tratados con electrolisis percutánea y realizaron un PRR *indoor* y en el césped, que les permitió tener un período de baja más corto y, de esta forma, solo se perdieron una jornada de competición, permitiéndoles volver a jugar y registrar parámetros que fueron similares a los valores previos a la lesión, manteniendo el rendimiento en los siguientes partidos.

Wangenstein y col.³⁰ analizaron los cambios estructurales que suceden durante la primera semana tras una lesión muscular aguda en los isquiotibiales en atletas profesionales y amateurs. La resonancia magnética realizada de forma diaria, no mostró cambios significativos en la extensión del edema y la interrupción de la fibra muscular (rotura). En los dos casos presentados en este estudio, la electrolisis percutánea y el programa de recuperación inicial cambiaron la extensión del edema y la interrupción de la fibra muscular entre el día 1 y el día 7 después del tratamiento, como se observa en las exploraciones ecográficas (► **Figura 1-B**). La reparación muscular después de una lesión de este perfil sigue un proceso complejo que incluye la inflamación y la proliferación. Los resultados e imágenes de los primeros 9–10 días (► **Figura 1-C**) muestran que la combinación de electrolisis percutánea y PRR mejoran los resultados convencionales de la fase inicial de reparación muscular.

La literatura científica menciona un período medio de baja de 21 días para volver a competir tras una lesión muscular del

semitendinoso de Grado II.³¹ En el caso del jugador A, volvió a competir a los 16 días y tan solo hubo 2 días entre su incorporación al grupo y la competición. El jugador B regresó a los entrenamientos en un periodo de tan solo 9 días, adaptándose a las cargas grupales hasta competir a los 14 días. Este jugador llegó incluso a competir cuatro veces dentro de los 28 días siguientes de sufrir la lesión (incluidos tres partidos en siete días, – **Tabla 2**). Esto es una muestra de cómo los jugadores pudieron tolerar las cargas que exige la competición e indica la optimización individual que obtuvieron durante el programa de intervención. Es importante tener en cuenta que ninguno de los jugadores sufrió una recaída en los ocho meses siguientes. Según el modelo que los autores han desarrollado, en el deporte de élite, no solo se debe considerar el tiempo transcurrido desde la lesión, sino también los cambios en la estructura y el nivel de tolerancia de tareas específicas para determinar cuándo un jugador puede volver a entrenar y a competir.

Esta serie de casos muestra los beneficios producidos de aplicar una combinación de electrolisis percutánea y PRR para mejorar los tiempos de RTP en jugadores de fútbol de élite. Sin embargo, es importante tener en cuenta que ese momento del RTP también depende de las decisiones técnicas tomadas por los entrenadores, la fecha en el calendario de las competiciones y la preparación y disposición psicológica del jugador.

La ausencia de un grupo control, el pequeño tamaño de la muestra y la falta de evaluación final con RNM a la fecha de alta deportiva son las principales limitaciones del presente estudio. La investigación actual constituye un estudio piloto que permite obtener resultados preliminares del presente protocolo (EPM-e + PRR). Mirando hacia el futuro, sería interesante aumentar el tamaño de la muestra, analizar los resultados en otros grupos musculares, validar el protocolo para otros tipos de población (por ejemplo, jugadores amateur o fenotipo humano), y finalmente proponer un ensayo clínico con un grupo control.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a Javier Vidal Deltell por su implicación, dedicación y participación activa en el proceso de vuelta a la competición de los jugadores. Sin él los resultados no hubieran sido los mismos.

Bibliografía

- Garrett WE Jr. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med* 1996;24(6, Suppl):S2–S8
- Svensson K, Eckerman M, Alicsson M, Magounakis T, Werner S. Muscle injuries of the dominant or non-dominant leg in male football players at elite level. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(03):933–937
- Uebalcker P, Müller-Wohlfahrt HW, Ekstrand J. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect ('strain') versus direct ('contusion') anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001–2013). *Br J Sports Med* 2015;49(22):1461–1465
- Eirale C, Farooq A, Smiley FA, Tol JL, Chalabi H. Epidemiology of football injuries in Asia: a prospective study in Qatar. *J Sci Med Sport* 2013;16(02):113–117
- Huard J, Li Y, Fu FH. Muscle injuries and repair: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(05):822–832
- Delos D, Maak TG, Rodeo SA. Muscle injuries in athletes: enhancing recovery through scientific understanding and novel therapies. *Sports Health* 2013;5(04):346–352
- Bubnov R, Yevseenko V, Semenov I. Ultrasound guided injections of platelets rich plasma for muscle injury in professional athletes. Comparative study. *Med Ultrason* 2013;15(02):101–105
- Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Medina-Mirapeix F. Ultrasound-guided percutaneous needle electrolysis in chronic lateral epicondylitis: short-term and long-term results. *Acupunct Med* 2014;32(06):446–454
- Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Sánchez-Ibáñez JM, et al. Comparison Of The Acute Inflammatory Response And Proliferation Of Dry Needling And Electrolysis Percutaneous Intratissue In Healthy Rat Achilles Tendons. *Br J Sports Med* 2013;47(09):e2
- Arias-Burúa JL, Truyols-Domínguez S, Valero-Alcaide R, Salom-Moreno J, Atín-Arratibel MA, Fernández-de-Las-Peñas C. Ultrasound-Guided Percutaneous Electrolysis and Eccentric Exercises for Subacromial Pain Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *Evid Based Complement Alternat Med* 2015;2015:315219
- Iborra-Marcos Á, Ramos-Álvarez JJ, Rodríguez-Fabián G, et al. Intratissue Percutaneous Electrolysis vs Corticosteroid Infiltration for the Treatment of Plantar Fasciosis. *Foot Ankle Int* 2018;39(06):704–711
- García Naranjo J, Barroso Rosa S, Loro Ferrer JF, Limiñana Cañal JM, Suarez Hernández E. A novel approach in the treatment of acute whiplash syndrome: Ultrasound-guided needle percutaneous electrolysis. A randomized controlled trial. *Orthop Traumatol Surg Res* 2017;103(08):1229–1234
- Lopez-Martos R, Gonzalez-Perez LM, Ruiz-Canela-Mendez P, Urresti-Lopez FJ, Gutierrez-Perez JL, Infante-Cossio P. Randomized, double-blind study comparing percutaneous electrolysis and dry needling for the management of temporomandibular myofascial pain. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2018;23(04):e454–e462
- Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Sánchez-Ibáñez JM. Efecto de la electrolisis percutánea en las roturas musculares agudas. Caso clínico de la lesión de “tennis leg”. II Congreso Regional de Fisioterapia de la Región de Murcia. Murcia, 2012
- Santafe MM, Margalef R, Minaya Muñoz F, Valera Garrido F. Action of galvanic current on an experimentally generated muscle lesion: preliminary findings. *J Invasive Tech Phys Therap* 2019;2(02):108–109
- Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011;39(06):1226–1232
- Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013;47(06):351–358
- Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med* 2016;50(12):731–737
- Heiderscheid BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(02):67–81
- Erickson LN, Sherry MA. Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *J Sport Health Sci* 2017;6(03):262–270
- Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol* 2002;12(01):35–43
- Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. *Fisioterapia Invasiva*. 2ª ed. Barcelona: Elsevier; 2016
- Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. *Electrolisis percutánea musculoesquelética*. 1 ed. Barcelona: Elsevier; 2020, in press
- Carlesso LC, Macdermid JC, Santaguida LP. Standardization of adverse event terminology and reporting in orthopaedic

- physical therapy: application to the cervical spine. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(08):455–463
- 25 Jiménez-Rubio S, Navandar A, Rivilla-García J, Paredes-Hernández V. Validity of an On-Field Readaptation Program Following a Hamstring Injury in Professional Soccer. *J Sport Rehabil* 2019; 28(04):325–331
- 26 Schuermans J, Danneels L, Van Tiggelen D, Palmans T, Witvrouw E. Proximal Neuromuscular Control Protects Against Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Prospective Study With Electromyography Time-Series Analysis During Maximal Sprinting. *Am J Sports Med* 2017;45(06):1315–1325
- 27 Petrakos G, Morin JB, Egan B. Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance: A Systematic Review. *Sports Med* 2016;46(03):381–400
- 28 Martínez-Valencia MA, Romero-Arenas S, Elvira JLL, González-Ravé JM, Navarro-Valdivielso F, Alcaraz PE. Effects of Sled Towing on Peak Force, the Rate of Force Development and Sprint Performance During the Acceleration Phase. *J Hum Kinet* 2015; 46:139–148
- 29 Stewart PF, Turner AN, Miller SC. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. *Scand J Med Sci Sports* 2014;24(03):500–506
- 30 Wangensteen A, Bahr R, Van Linschoten R, et al. MRI appearance does not change in the first 7 days after acute hamstring injury—a prospective study. *Br J Sports Med* 2017;51 (14):1087–1092
- 31 Hallén A, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci* 2014;32(13):1229–1236