

Plasma rico en plaquetas para el tratamiento de los desgarros musculares agudos: tiempo de retorno al deporte y tasa de recurrencia.

Estudio randomizado controlado

AUTORES

Dr. Agustín Rubén Molina Rómoli M.D

Dr. Luciano Andrés Rossi M.D

Dr. Agustín Bernardo Bertona Altieri M.D

Dr. José Aurelio Burgos Flor M.D

Dr. Walter Edgardo Scordo M.D

Dra. Cristina María Elizondo M.D

Hospital Italiano de Buenos Aires.

CORRESPONDENCIA



Dr. Agustín Rubén Molina Rómoli

agustinmolinaromoli@gmail.com

agustin.molina@hospitalitaliano.org.ar

Dirección: Juan D. Perón 4190 (C1199ABD)

Buenos Aires- Argentina

Resumen

Palabras clave

Plasma rico en plaquetas, desgarros musculares, retorno al deporte.

Abstract

Key Words

Platelet-rich plasma, acute muscle injuries, return to play.

INTRODUCCIÓN

Los desgarros musculares son lesiones frecuentes que pueden producir ausencia deportiva y altas tasas de recurrencia. Las tasas de prevalencia de las lesiones musculares se han reportado entre 12% y 16% y las tasas de repetición de la lesión puede ser tan alta como 34% después de 1 año. Estudios realizados en animales sugieren que los factores de crecimiento y las citoquinas liberadas por las plaquetas podrían acelerar el proceso natural de curación. Sin embargo, el efecto del Plasma Rico en Plaquetas (PRP) en el tratamiento de los desgarros musculares no está bien definido ya que insuficiente cantidad de estudios están disponibles en la literatura.

Por lo que el objetivo de nuestro trabajo es reportar los efectos de la inyección intralesional de PRP en el tiempo de retorno al deporte y el índice de recurrencia en los desgarros musculares agudos grado 2 en deportistas de nivel recreacional y competitivo.

DISEÑO DE ESTUDIO

Randomizado controlado. Nivel de evidencia 1.

INTRODUCTION

Muscle strains are very common injuries that can lead to prolonged absence from sport, and high reinjury rates. Prevalence rates for muscle strains have been reported between 12% and 16% and reinjury rates can be as high as 34% after 1 year. Animal studies suggest that growth factors and cytokines released by the platelets could augment the natural healing process. However the effect of Platelet –Rich Plasma in the treatment of muscle injuries is not well defined.

The aim of this RCT is to report the effects of autologous PRP injections on time to return to play and recurrence rate after acute grade 2 muscle injuries in competitive and recreational athletes.

STUDY DESIGN

Randomized controlled trial; Level of evidence 1.

METHODS

Seventy five patients diagnosed with an acute hamstring injury were randomly allocated to group 1 (autologous PRP therapy com-

MATERIAL Y MÉTODOS

Setenta y cinco pacientes diagnosticados con desgarro muscular agudo grado 2 fueron asignados mediante randomización a Grupo 1 (PRP + Programa de rehabilitación) y Grupo 2 (Programa de rehabilitación únicamente). Al Grupo 1 se le colocó una única inyección intralesional de PRP autólogo. Posteriormente fueron evaluados, registrando los cambios en el dolor mediante EVA a lo largo de la rehabilitación y el tiempo en que se reincorporaron al deporte. Se registró durante el seguimiento a dos años la presencia de recurrencias de la lesión.

RESULTADOS

El tiempo promedio para retornar al deporte fue 21.17 ± 3.1 días para el Grupo 1 y 25 ± 2.8 días para el Grupo 2 ($p = .001$). La recurrencia a los dos meses, al año y a los 2 años de la lesión fue de 2 pacientes para el Grupo 1 y de 4 pacientes para el Grupo 2 ($p = .47$).

CONCLUSIÓN

Una única inyección de PRP combinado con un programa de rehabilitación acortó el tiempo de retorno al deporte en comparación a realizar solo el programa de rehabilitación. La tasa de recurrencia no varió entre los grupos.

binado with a rehabilitation program) and group 2 (rehabilitation program only). In group 1 it was placed a single intralesional injection of autologous PRP. They were then evaluated by recording changes in pain by VAS along rehabilitation and time they returned to the sport. The presence of recurrence of the injury was recorded during two years follow-up.

RESULTS

The mean time to return to play was 21.17 ± 3.1 days for group 1 and 25 ± 2.8 days for group 2 ($p = .001$). Recurrence at two months, one year and two years of injury was 2 patients for Group 1 and 4 patients in Group 2 ($p = .47$).

CONCLUSIONS

A single PRP injection combined with a rehabilitation program significantly shortened time to return to sports compared to a rehabilitation program alone. Recurrence rate was not significantly different between groups.

Introducción

Las tasas de prevalencia de las lesiones musculares se han reportado entre el 12% y el 16%^{4,19,21} y las tasas de relesión puede ser tan alta como 34% después del primer año.^{19,21} Los desgarros musculares pueden conducir a la ausencia prolongada del deporte, y una larga rehabilitación.^{2,5,29}

La justificación para el uso de plasma rico en plaquetas (PRP) para los desgarros musculares es la creencia de que los factores de crecimiento y citocinas liberadas por las plaquetas podrían aumentar el proceso natural de curación. El PRP se ha estudiado como un tratamiento primario o adyuvante para las rupturas tendinosas agudas⁶, lesiones del cartílago articular, esguinces de ligamentos^{10,28} y artrosis.²⁶ Sin embargo sólo unos pocos estudios con resultados contradictorios están disponibles en la literatura en cuanto a su uso en lesiones musculares.^{12,25}

Por otra parte, estos estudios anteriores se centraron sólo en los efectos a corto plazo de PRP en lesiones musculares, pero no analizan los efectos a largo plazo de la terapia PRP incluyendo la tasa de recurrencia. Aunque se han identificado numerosos factores de riesgo de lesión muscular, el mayor factor de riesgo de una recurrencia sigue siendo una lesión previa en el músculo. Por lo tanto, la optimización de las dos técnicas de prevención y de gestión es esencial, especialmente en atletas competitivos.^{9,18,21}

El objetivo de este estudio randomizado controlado es

reportar los efectos de las inyecciones de PRP autólogo en el tiempo de retorno al deporte y tasa de recurrencia después de un desgarro muscular grado 2 en deportistas de nivel competitivo y recreacional.

Material y método

Participantes

Los pacientes mayores de 18 años de edad que se presentaron en el hospital con una sospecha de lesión muscular de la extremidad inferior fueron seleccionados. Los criterios de inclusión para este estudio fueron los siguientes:

- 1) edad entre 18 y 40 años
- 2) lesión muscular aguda (7 días desde la aparición de la lesión), incluyendo los músculos isquiotibiales, gemelos y cuádriceps
- 3) todas las lesiones musculares involucradas en el estudio fueron clasificadas por ecografía como grado de 2²².

Todos los pacientes involucrados eran deportistas de nivel competitivo o recreativo de acuerdo con el nivel de competencia.³⁰

Criterios de exclusión:

- 1) haber recibido algún tipo de terapia intralesional (inyección) para la lesión actual
- 2) el uso de medicamentos antiinflamatorios no esteroideos dentro de 1 semana antes de la randomización

- 3) no poder cumplir con el programa de rehabilitación
- 4) cirugías o patologías previas del músculo afectado.

Desde enero de 2012 a noviembre de 2012, 83 pacientes consecutivos fueron ingresados en nuestro hospital con diagnóstico de desgarro muscular en las extremidades inferiores (incluyendo los isquiotibiales, gemelos y cuádriceps) y fueron seleccionados para la randomización. Ocho pacientes no cumplieron los criterios de inclusión: Tres fueron incapaces de cumplir con el protocolo de estudio, y cinco se negaron a participar. Los 75 pacientes restantes se incluyeron después de firmar el consentimiento informado y, posteriormente, randomizados. El protocolo de estudio fue aprobado por nuestra Junta de Revisión Institucional. Un radiólogo entrenado en inyecciones músculo esqueléticas realizó todas las evaluaciones ecográficas de diagnóstico. Para cada paciente, las características sociodemográficas y las características de la lesión se documentaron electrónicamente en la historia clínica.

Cálculo del tamaño muestral

El objetivo primario de medición, determinado antes del comienzo del estudio, fue el tiempo de retorno al deporte en días. Suponiendo una potencia de 90% ($\beta = 0,10$, $\alpha = 0,05$) y una diferencia media de 5 días con una desviación estándar (SD) de 5 días entre los grupos de tratamiento, nuestro análisis de potencia indicó que un mínimo de 22 pacientes por grupo eran necesarios para detectar diferencias significativas. Con el fin de dar cuenta de la posible pérdida durante el seguimiento de hasta el 20%, un mínimo de 27 pacientes por grupo fueron necesarios para el estudio.

Diseño y randomización

Realizamos un estudio randomizado, simple ciego (evaluador), con grupo control. El diagrama de flujo esquemático (CONSORT) de la realización del estudio se muestra en la figura. (Figura 1)

La aleatorización se realizó mediante la libre elección del paciente entre dos sobres cerrados y opacos, cada uno de estos conteniendo la asignación de uno de los dos grupos de tratamiento, por lo que la oportunidad de ser asignado los grupos fue la misma para todos los pacientes.

Los pacientes asignados al grupo 1 (grupo de intervención) recibieron una única inyección intralesional de PRP autólogo. Los pacientes asignados al grupo 2 (grupo de control) no recibieron ninguna intervención y directamente comenzaron con el programa de rehabilitación. Todos los

pacientes, independientemente de la asignación de grupos, se sometieron al mismo protocolo de rehabilitación estandarizado supervisado por un mismo fisioterapeuta tres veces por semana hasta el final del tratamiento.

Todos los pacientes incluidos siguieron el mismo programa de rehabilitación estandarizado y su progreso fue supervisado por fisioterapeutas experimentados. El programa de rehabilitación consistió en ejercicios de agilidad progresiva y estabilización del tronco.²⁹ Este programa ha demostrado ser efectivo en promover el temprano retorno al deporte y la prevención de recurrencias de la lesión. La progresión de una fase a otra dependió principalmente del dolor y el rango de mejora de movimiento.

Grupo de intervención

Adicionalmente al programa de rehabilitación una única inyección intralesional de PRP autólogo fue administrada al paciente inmediatamente posterior a la randomización, con una media de 2 a 3 días (rango 1-4 días) posterior a la aparición del desgarro muscular. (Figura 2 y 3)

Se llevó a cabo la extracción de 40 ml de sangre de forma aséptica utilizando una aguja de calibre 20 g (vacutainer holder system). Lo mismo se hace en 8 tubos con 6 ml de suero EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), 2 de ellos para realizar la serología, control de hematología y donantes inmunohematológico. Los tubos restantes con 6 ml de EDTA son destinados a obtener el PRP. Estos se centrifugan durante 3 minutos a 1400 rpm. El producto obtenido se separa y se coloca en un tubo de 10 ml seco, el cual se centrifuga de nuevo durante 4 minutos a 3.000 rpm para lograr una mayor concentración del producto. Un control de calidad del proceso se realiza para el producto a través de un analizador de hematología ROCHE XT antes de la infusión de PRP.

Las recomendaciones actuales sobre terapia de PRP carecen de evidencia sobre el volumen ideal a administrar.^{9,10} Nuestra decisión fue llenar el defecto de la lesión bajo visión directa. El PRP fue inyectado dentro del desgarro muscular bajo guía ecográfica. Ningún agente de activación se añadió a la PRP antes de la colocación. Además, ningún anestésico local se administró a la piel para realizar el procedimiento. (Figura 2 y 3)

Se pidió a los pacientes reducir sus actividades las siguientes 24 horas y se les permitió iniciar el programa de rehabilitación dos días después de las inyecciones.

Un fisioterapeuta deportivo con más de 10 años de



Figura 1. Diagrama de flujo de los pacientes reclutados basado en los criterios CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials).

experiencia llevó a cabo las sesiones. En cada visita, se les pidió a los pacientes completar la escala visual análoga (EVA) para el dolor en reposo y durante el movimiento activo. Una escala de 10 cm donde 0 cm significa “sin dolor” y 10 cm “el peor dolor imaginable” se utilizó para la evaluación.

A continuación, un examen clínico estandarizado para evaluar la preparación del paciente para volver al deporte fue realizado por un fisioterapeuta ciego a la asignación del tratamiento.

Medición de los resultados

Utilizamos el tiempo de retorno al deporte como resultado primario de este estudio. El mismo se definió como el tiempo, en días, desde la fecha de inicio de la lesión hasta que el paciente cumplía los criterios para volver a jugar. La determinación de la aptitud para el retorno al deporte se basó en las recomendaciones actuales en medicina del deporte.¹⁴ Los pacientes que cumplían los criterios para el retorno al juego se les permitió regresar a sus actividades completas y aumentar progresivamente su carga de entrenamiento hasta alcanzar su nivel previo a la lesión. Los resultados secundarios de interés fueron los cambios en la intensidad del dolor entre los 2 grupos en el transcurso de la duración del estudio. Estos fueron evaluados utilizando la EVA en reposo y durante el movimiento y se midieron al comienzo del programa de rehabilitación y posteriormente en casa visita de seguimiento kinesiológico.

Por último, se registró la tasa de recurrencia en cada grupo. Los pacientes fueron llamados a las 2, 12 y 24 meses después de regresar a la actividad deportiva para indagar acerca de recurrencia de la lesión. Se consideró que los sujetos presentaban una recurrencia si tuvieron un mecanismo de probable daño muscular junto asociado a síntomas clínicos en la región muscular previamente afectada (dolor a la palpación en la unidad músculo-tendinosa, dolor con el movimiento opuesto, y una limitación en la actividad

deportiva). Todas las sospechas de recurrencias fueron estudiadas con un nuevo examen ecográfico.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como media (DS) o mediana [intervalo intercuartílico], según la distribución de los datos, y las variables categóricas como porcentaje (%). Las escalas visuales del dolor (EVA) medidas al inicio del estudio y en el seguimiento se compararon utilizando el t-test para cada momento. Comparaciones de datos categóricos se realizaron con la prueba de chi cuadrado. Construimos un modelo de regresión lineal para los datos longitudinales sobre la base de máxima verosimilitud. Se evaluó el cambio en EVA a través del tiempo entre los grupos.

Un valor de p menor de 0,05 fue considerado estadísticamente significativo.

Resultados

Las características demográficas de los 35 pacientes del grupo de intervención y los 40 pacientes del grupo de control con datos de seguimiento completos se muestran en la Tabla 1. Las características demográficas y los factores de riesgo potenciales parecen estar bien equilibrados al inicio del estudio. No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a la edad media, la distribución de género, nivel de competencia, las características de la lesión, y los músculos involucrados.

Resultados primarios

El tiempo medio para volver al deporte fue $21.17 \pm 3,1$ días y $25 \pm 2,8$ días para el grupo de intervención con PRP y el grupos de control, respectivamente ($P=0.001$). El tiempo medio para volver al deporte para cada grupo muscular fue de $23,5 \pm 3,5$ días para los isquiotibiales, $22,2 \pm 2,9$ para los gemelos y $23,4 \pm 3,2$ para los cuádriceps. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($P = 0,7$).

Resultados secundarios

Cambios en la puntuación del dolor en reposo

El dolor (pre-tratamiento) medido mediante EVA fue similar en los dos grupos de tratamiento (intervención / control: 4,7 (0,9) / 4,8 (1,2) puntos; $p = 0,67$). Hubo una mejora sustancial en el dolor independientemente del grupo de tratamiento. Sin embargo, los pacientes en el grupo de PRP tenían puntuaciones de gravedad del dolor significativamente más bajas que los controles en la medición de todos los tiempos evaluados (coeficiente de regresión beta = -0,198 Error estándar 0,106; IC del 95%: -0,406 a 0,010, $p 0,023$).

Cambios en la puntuación del dolor con movimiento resistido

El dolor (pre-tratamiento) medido mediante EVA con movimiento resistido fue similar en los dos grupos (Intervención / Control: 5,9 (1,16) / 6,3 (1,14) puntos; $p = 0,14$). Hubo una mejora sustancial en el dolor, independientemente del grupo de tratamiento. Sin embargo los pacientes en el grupo PRP tenían puntuaciones significativamente más bajas de severidad del dolor que en los controles (coeficiente de regresión beta = -0,272 Error estándar 0,115 IC 95% -0,500 -0,045, $p 0,019$).

Tasa de recurrencia

Dos de 35 deportistas (5,7%) en el grupo de intervención de PRP y 4 de los 40 deportistas (10%) en el grupo control sufrieron una lesión muscular recurrente dentro del primer año de retorno al deporte, $P = 0,47$. Ningún paciente presentó una recurrencia entre los 12 y 24 meses posteriores a la lesión.

Discusión

Para facilitar un retorno más rápido a la competencia deportiva con menos riesgo de recurrencia de la lesión, técnicas invasivas utilizando diferentes sustancias están siendo consideradas para su uso. La justificación para el uso de PRP en los desgarros musculares es la creencia de que los factores de crecimiento y las citocinas liberadas por las plaquetas podrían aumentar el proceso natural de curación. Sin embargo, sólo unos pocos estudios con resultados contradictorios están disponibles en la literatura respecto a su uso en las lesiones musculares agudas.^{12,24,25} Además, ningún estudio previo analizó los efectos a largo plazo de la terapia PRP incluyendo las tasas de recurren-

cia. Este estudio tuvo como objetivo informar de manera comparativa el tiempo de recuperación (retorno al deporte) y las tasas de recurrencia con la inyección de PRP junto con rehabilitación y terapia de rehabilitación únicamente. Se encontró una diferencia significativa en el tiempo para volver a jugar entre los jugadores tratados con inyección de PRP y rehabilitación en comparación con rehabilitación sola.

Varios factores de crecimiento dentro del PRP se han evaluado en la reparación muscular.¹⁵ El factor de crecimiento transformante B1 y PGE2 pueden funcionar sinérgicamente para equilibrar el nivel de la fibrosis durante la curación del músculo.¹⁷ Se encontró una aceleración en la restauración funcional en un ensayo en humanos sobre deportistas de élite inyectados con PRP mediante guía ecográfica después de una lesión muscular.

Estos deportistas de alto rendimiento retornaron al deporte en la mitad de tiempo de los esperado sin evidencia de exceso de fibrosis.²⁷ Rettig et al²⁵, en un estudio retrospectivo de casos y controles investigó los efectos de una inyección de PRP autólogo en el tiempo de retorno al deporte después de desgarros agudos de músculos isquiotibiales en jugadores profesionales de la NFL. Diez jugadores profesionales diagnosticados con una lesión muscular aguda en los isquiotibiales se dividieron retrospectivamente en grupo de PRP ($n = 5$) y grupo control ($n = 5$). Los pacientes en el grupo PRP se inyectaron PRP sólo una vez bajo control ecográfico y ambos grupos pasaron por el mismo programa de rehabilitación. La diferencia entre los 2 grupos en cuanto a retorno a los deportes no fue estadísticamente significativa. Sin embargo, este estudio tiene dos limitaciones importantes que son la falta de asignación al azar y el número limitado de pacientes.

Hamid et al¹², en un ensayo controlado aleatorio reciente asignó 28 pacientes para recibir PRP combinado con un programa de rehabilitación o un programa de rehabilitación solamente. Los pacientes en el grupo de PRP consiguieron la recuperación y el retorno al deporte significativamente antes que los controles. El tiempo medio para volver al deporte fue de 42,5 días en el grupo control y 26,7 días en el grupo PRP. En nuestra serie, la mediana de tiempo para volver a jugar en los grupos de tratamiento y de control fue de 21,2 y 25 días, respectivamente. Aunque el tiempo de recuperación también fue significativamente menor en los pacientes tratados con PRP, la diferencia fue sólo de 4 días. Creemos que a pesar de esta diferencia es significativa desde el punto de vista estadístico, probablemente, sólo

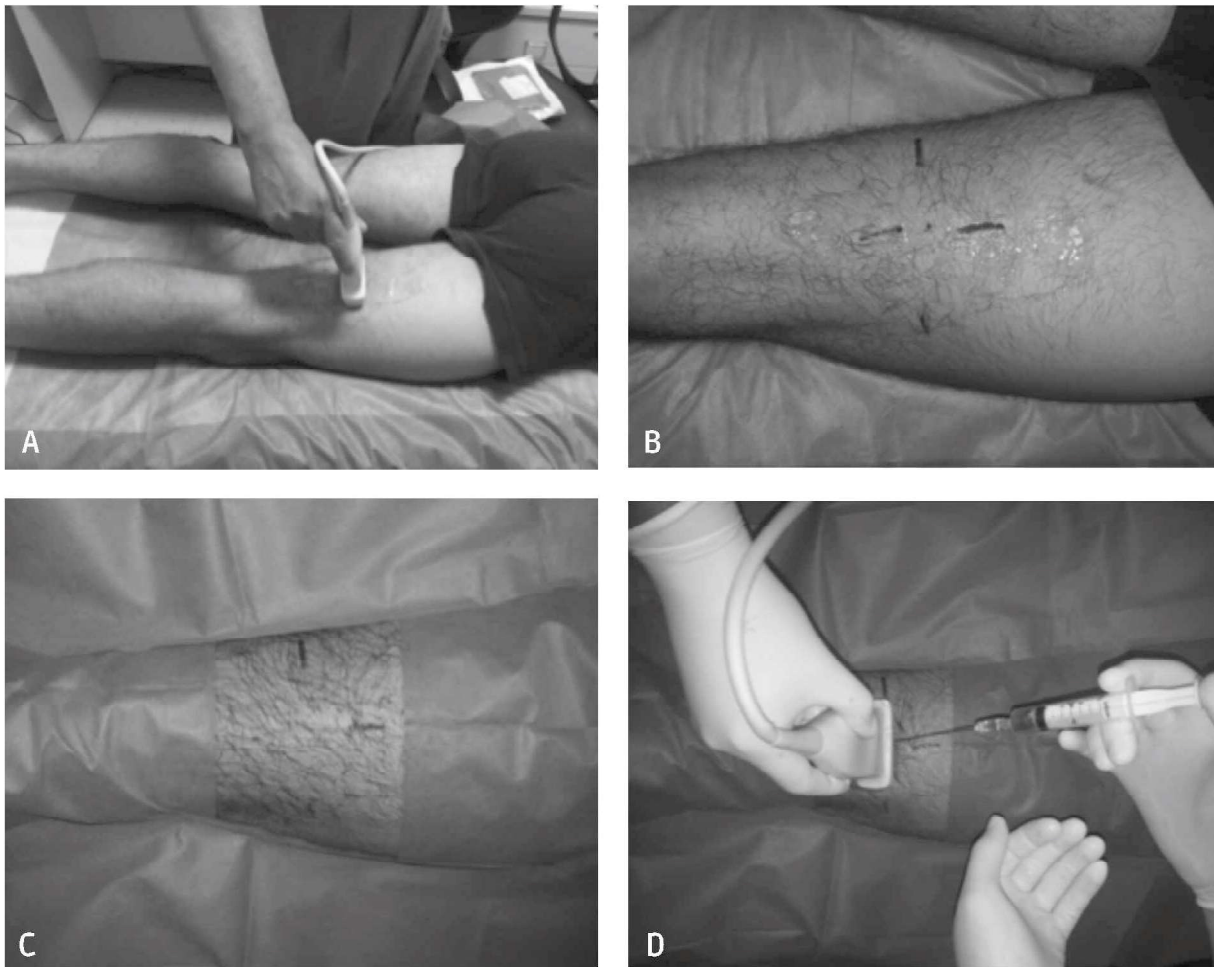


Figura 2. A. Localización de la lesión muscular mediante ecografía. B. Marcación del sitio en piel. C. Preparación del sitio con iodopovidona. D. Inyección intralesional de PRP autólogo mediante guía ecográfica.

es clínicamente relevante para los atletas profesionales de élite que participan en ligas muy competitivas con varios partidos a la semana. Un punto llamativo del estudio de Hamid es el prolongado período de la rehabilitación en el grupo control, siendo que la mayoría de los estudios previos muestran un promedio de tiempo de recuperación para el desgarro muscular agudo grado 2 de isquiotibiales entre 3 y 4 semanas.^{18,23,25,27,32}

En cuanto a dolor encontramos que los pacientes en el grupo PRP tenían puntuaciones de gravedad del dolor significativamente más bajas que el grupo control si se evalúa cada medición realizada en cada visita kinesiológica. Esta mejora es clínicamente relevante debido a que la reducción del dolor no sólo es un alivio de los síntomas, sino que forma la base para que los pacientes se muevan más rápido en las etapas de rehabilitación y de este modo vuelvan a practicar deportes con anterioridad.

Por último, un hallazgo interesante de nuestro estudio, que no se ha informado anteriormente, fue que la diferencia en la recurrencia no fue estadísticamente significativa entre los grupos. Sin embargo, debido al pequeño número de recurrencias que obtuvimos en nuestro estudio, se necesitan estudios futuros que impliquen un mayor número de pacientes para determinar con precisión si el PRP tiene alguna ventaja con respecto a las recurrencias.

Existen algunas limitaciones con este estudio. En primer lugar, la decisión para retornar al deporte utilizada en nuestro ensayo se basó principalmente en criterios clínicos. Nosotros no evaluamos fuerza con pruebas isocinéticas porque no son de fácil acceso en nuestro medio y por lo tanto hemos considerado poco aplicable utilizar una herramienta en la investigación que no íbamos a ser capaces de utilizar fácilmente en nuestra práctica futura. En segundo lugar, debido a consideraciones éticas nos impidieron la

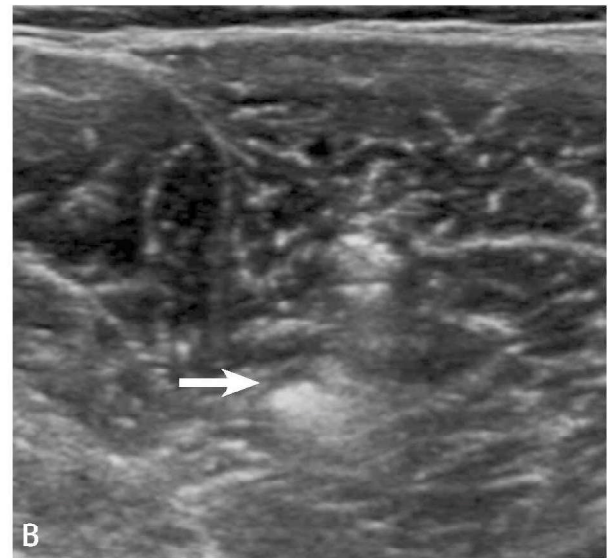
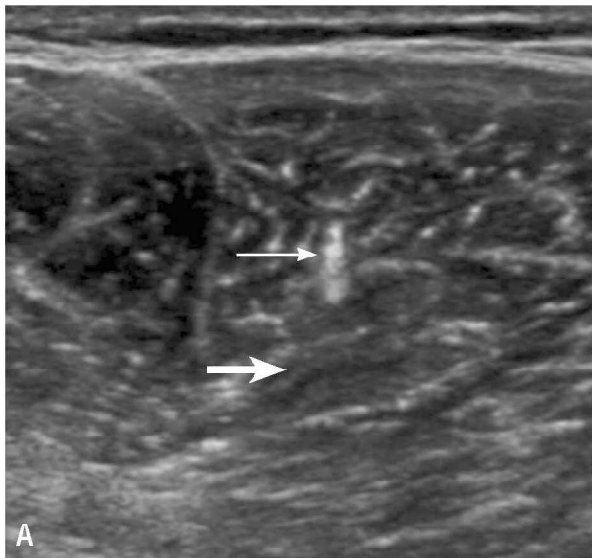


Figura 3: A. Imagen ecográfica mostrando la introducción de la aguja (flecha pequeña) y la zona del desgarro (flecha gruesa) antes de la aplicación de PRP. B. PRP inyectado dentro del área lesional (flecha gruesa).

extracción de sangre de los pacientes en el grupo de control y posteriormente descartarla, por lo que los pacientes del grupo control fueron probablemente conscientes de su asignación al tratamiento. En tercer lugar, no evaluamos los músculos de manera individual. Sin embargo, en nuestra práctica diaria, los tiempos de recuperación de los diferentes músculos del miembro inferior en presencia de un desgarro muscular son similares y existen estudios previos que no reportan diferencias significativas en el tiempo de recuperación entre los diferentes grupos musculares estudiados.¹¹

Conclusión

Este estudio controlado randomizado mostró que una sola inyección de PRP autólogo combinado con un programa de rehabilitación acorta significativamente el tiempo para volver al deporte después de una lesión muscular aguda grado 2 en comparación con realizar el programa de rehabilitación sólo. La diferencia en la tasa de recurrencia durante los primeros 2 años después del tratamiento no fue estadísticamente significativa entre los grupos.

Bibliografía

- Almad CS, Redler LH, Ciccolli MG, Maffulli N, Longo UG, Bradley J. Evaluation and management of hamstring injuries. *Am J Sports Med.* 2013 Dec;41(12):2933-47
- Asking C, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med.* 2006;40(1):40-44.
- Aspenberg P, Virchenko O. Platelet concentrate injection improves Achilles tendon repair in rats. *Acta Orthop Scand.* 2004;75:93-99.
- Bennell KL, Crossley K. Musculoskeletal injuries in track and field: incidence, distribution and risk factors. *Aust J Sci Med Sport.* 1996;28(3):69-75.
- Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* 2002;30(2):199-203.
- de Mos M, van der Windt AE, Jahr H, et al. Can platelet rich plasma enhance tendon repair? A cell culture study. *Am J Sports Med.* 2008;36:1171-1178.
- Ekstrand J, Healy JC, Walden M, Lee JC, English B, Hagglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2012;46(2):112-117.
- Engebretsen A, Myklebust G, Holme I, et al. Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players. A prospective cohort study. *Am J Sports Med.* 2010;38:1147-1153.
- Engebretsen L, Steffen K, Alsousou J, et al. IOC consensus paper on the use of platelet-rich plasma in sports medicine. *Br J Sports Med.* 2010;44(15):1072-1081.
- Foster TE, Puskas BL, Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Rodeo SA. Plasma-rich protein from basic science to clinical applications. *Am J Sports Med.* 2009;37:2259-2272.
- Hallén AI, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci.* 2014;32(13):1229-36
- Hamid MS, Mohamed Ali MR, Yusof A, George J, Lee LP. Platelet-rich plasma injections for the treatment of hamstring injuries: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2014 Oct;42(10):2410-8
- Hamilton BH, Best TM. Platelet-enriched plasma and muscle strain injuries: challenges imposed by the burden of proof. *Clin J SportMed.* 2011;21(1):31-36.
- Heiderscheit B C, Sherry M A, Silder Amy, et al. Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation and Injury Prevention/*Orthop Sports PhysTher.* 2010 February ; 40(2): 67-81. doi:10.2519/jospt.2010.3047.
- Kasemkijwattana C, Menetrey J, Bosch P, et al. Use of growth factors to improve muscle healing after strain injury. *Clin Orthop Relat Res* 2000;370:272-85.
- Malliaropoulos N1, Isinkaye T, Tsitas K, Maffulli N. Reinjury after acute posterior thigh muscle injuries in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2011 Feb;39(2):304-10.
- Menetrey J, Kasemkijwattana C, Day C, et al. Growth factors improve muscle

Variable	Total	Control (n=40)	Intervención PRP (n=35)	Valor P
Edad \pm DS	22,3 \pm 2,3	21,8 \pm 3,2	22,9 \pm 3,5	.61
Sexo				.29
Mujer	17	9	8	
Hombre	58	31	27	
Nivel deportivo				.76
Competitivo	46	24	22	
Recreacional	29	16	13	
Duración de los síntomas antes de la incorporación al estudio \pm DS	4 \pm 2	4 \pm 2	4 \pm 2	.49
Circunstancia de la lesión				.72
Entrenamiento	41	22	19	
Competición	34	18	16	
Músculo lesionado				.83
Isquiotibiales	34	18	16	
Cuadriceps	15	8	7	
Gemelos	23	11	12	
Dolor en reposo, EVA, \pm DS	4,8 \pm 1,1	4,8 \pm 0,9	4,7 \pm 1,2	.81
Dolor con movimiento resistido, EVA, \pm DS	6,3 \pm 0,9	5,9 \pm 1,1	6,6 \pm 0,8	.11
Ancho de area lesionada, mm, \pm DS	164 \pm 5,3	16,7 \pm 5,1	15,9 \pm 5,9	.77
Longitud de area lesionada, mm, \pm DS	23,9 \pm 9,3	24,5 \pm 8,7	23,4 \pm 10,2	.07

Tabla 1: Características demográficas y clínicas basales de acuerdo al grupo de tratamiento.

healing in vivo. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82-B:131-7.

18. Orchard JW. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *Am J Sports Med.* 2001;29:300-303.

19. Orchard J, Best TM, Verrall GM. Return to play following muscle strains. *Clin J Sports Med.* 2005;15:436-441.

20. Orchard J, Marsden J, Lord S, et al. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* 1997;25:81-85.

21. Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997-2000. *Br J Sports Med.* 2002;36(1):39-44.

22. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *EurRadiol.* 2002;12(1):35-43.

23. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Holmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2011 Nov;39(11):2296-303.

24. PRP Therapy Dallas. Athletes using PRP therapy. Available at: <http://prptherapydallas.com/athletes-using-prp-therapy/>. Accessed October 14, 2013.

25. Rettig AC, Meyer S, Bhadra AK. Platelet-rich plasma in addition to rehabilitation for acute hamstring injuries in NFL players: clinical effects and time to return to play [published online June 24, 2013]. *Orthop J Sports Med.* doi:10.1177/2325967113494354.

26. Sanchez M, Anitua F, Azofra J, Aguirre II, Andia I. Intra-articular injection of

an autologous preparation rich in growth factors for the treatment of knee OA: a retrospective cohort study. *Clin Exp Rheumatol.* 2008;26:910-913.

27. Sanchez M, Anitua E, Andia I. Application of autologous growth factors on skeletal muscle healing. Available at: <http://www.plateletrich-plasma.com/pdf/Orthopedic-PRP/Sports%20Medicine/66-Sanchez-RegMed2005.pdf>. Accessed May 2, 2011.

28. Sanchez M, Anitua E, Azofra J, Andia I, Padilla S, Mujika I. Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. *Am J Sports Med.* 2007;35:245-251.

29. Sallay PI, Friedman RL, Coogan PG, Garrett WE. Hamstring muscle injuries among water skiers: functional outcome and prevention. *Am J Sports Med.* 1996;24(2):130-136.

30. Sherry MA, Best TM. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports PhysTher.* 2004;34(3):116-125.

31. Stein T, Linke RD, Buckup J, Efe T, et al. Shoulder Sport-Specific impairments After arthroscopic Bankart Repair: A prospective Longitudinal assessment. *Am J Sport Med* 2011; 39: 2408-2414.

32. Wright-Carpenter TI, Klein P, Schäferhoff P, Appell HJ, Mir LM, Wehling P. Treatment of muscle injuries by local administration of autologous conditioned serum: a pilot study on sportsmen with muscle strains. *Int J Sports Med.* 2004 Nov;25(8):588-93.