El uso de plasma rico en plaquetas para desgarros musculares agudos: revisión sistemática y metanálisis de la evidencia actual

Agustín R. Molina Rómoli,[*,] Luciano A. Rossi,[***] Agustín Bertona Altieri,[***] Chukwuweike Gwan,[#] Nicolás S. Piuzzi[*,##]**
[*]*Instituto Universitario de Ciencias Aplicadas al Deporte, Mendoza, Argentina*
[**]*Instituto Universitario del Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina*
[***]*Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina*
[#]*Rubin Institute for Advanced Orthopedics, Center for Joint Preservation and Replacement, Sinai Hospital of Baltimore, Baltimore, Maryland, Estados Unidos*
[##]*Cleveland Clinic, Department of Orthopedic Surgery, Cleveland, Ohio, Estados Unidos*

RESUMEN

Introducción: El desgarro muscular agudo es el tipo de lesión más frecuente en actividades deportivas. El interés se ha centrado en buscar modalidades que reduzcan y mejoren el tiempo de curación. El uso de plasma rico en plaquetas ha crecido en los últimos años, pero no estuvo acompañado de suficiente respaldo científico sobre su eficacia. Este estudio intenta recabar, analizar y sintetizar la información publicada para esclarecer los efectos del uso de plasma rico en plaquetas en desgarros musculares agudos, mediante una revisión sistemática y un metanálisis. **Materiales y Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica sistemática sobre el uso de plasma rico en plaquetas para tratar lesiones musculares agudas. Se llevó a cabo un metanálisis para evaluar los efectos del plasma rico en plaquetas. **Resultados:** Siete artículos cumplieron los criterios de inclusión (6 ensayos controlados aleatorizados y 1 estudio de cohorte). La media del tiempo hasta el retorno al deporte en el grupo con plasma rico en plaquetas fue de 29 días (rango 10-50.9) y de 35.4 días (rango 22-52.8) en el grupo de control. Cinco de 7 artículos fueron incluidos en el metanálisis y se halló una diferencia significativa en el retorno deportivo con el uso de plasma rico en plaquetas comparado con la terapia convencional (-7.80 días; p = 0,007). No se informaron diferencias en la tasa de recurrencia. **Conclusiones:** El metanálisis mostró un efecto favorable del plasma rico en plaquetas en comparación con la terapia convencional. Sin embargo, nuestro análisis demostró una heterogeneidad significativa en el estudio. Los resultados deben interpretarse con cautela. Aún no podemos recomendar el plasma rico en plaquetas para tratar desgarros musculares agudos.

Palabras clave: Plasma rico en plaquetas; factores de crecimiento; lesiones musculares; medicina regenerativa; biológicos.
Nivel de Evidencia: II

The use of platelet-rich plasma for acute muscle tears: Systematic review and meta-analysis of current evidence

ABSTRACT

Introduction: Acute muscle tear is the most common type of injury in sports activities. There is a present interest in the search of modalities that could shorten and improve healing time. The use of platelet-rich plasma (PRP) has increased over the past years, but such popularity does not count with sufficient scientific support to back up its effectiveness. The purpose of this study is to collect, analyze and summarize the available published data so as to clarify the effects of PRP use on muscle tears through a systematic review and meta-analysis. **Materials and Methods:** We conducted a systematic review of the literature on the use of PRP for the treatment of acute muscle injuries. A meta-analysis was conducted to evaluate the effects of PRP. **Results:** A total of 7 papers met the inclusion criteria for analysis: six randomized controlled trials and one cohort study. The overall time to return to sports after PRP treatment was a mean of 29 days (range, 10 to 50.9 days), and in the control groups was a mean of 35.4 days (range, 22 to 52.8 days). The meta-analysis (5 of the 7 papers) showed a significant difference in earlier return to sports with the use of PRP when compared to conventional therapy (-7.80 days; P=0.007). No difference in the recurrence rate was reported.

Recibido el 16-4-2019. Aceptado luego de la evaluación el 14-8-2019 • Dr. AGUSTÍN R. MOLINA RÓMOLI • agustinmolinaromoli@gmail.com

Cómo citar este artículo: Molina Rómoli AR, Rossi LA, Bertona Altieri A, Gwan C, Piuzzi NS. El uso de plasma rico en plaquetas para desgarros musculares agudos: revisión sistemática y metanálisis de la evidencia actual. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2020;85(1):82-90. https://doi.org/ 10.15417/issn.1852-7434.2020.85.1.983

Esta Revista está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Obras Derivadas Igual 4.0 Internacional. (CC-BY-NC-SA 4.0).

Conclusions: The meta-analysis demonstrated a favorable effect of PRP when compared to conventional therapy. However, our analysis demonstrated significant study heterogeneity. Thus, our findings should be interpreted with caution. We still cannot recommend the use of PRP for the treatment of muscle tears.
Key words: Platelet-rich plasma; growth factors; muscle injuries; muscle tear; regenerative medicine; biologics.
Level of Evidence: II

INTRODUCCIÓN

Las lesiones musculares agudas representan hasta un tercio de las lesiones relacionadas con el deporte y se asocian con una tasa de recidiva de hasta el 40% durante el primer año.[1,2] Las modalidades de tratamiento tradicionales incluyen la activación muscular temprana y ejercicios de elongación asociados a medidas analgésicas y antinflamatorias. A pesar de la frecuencia de este tipo de lesiones, poco se ha evolucionado con respecto al tratamiento y estas medidas aún persisten como el patrón de referencia para las lesiones musculares agudas.

En la última década, se incrementó el uso de plasma rico en plaquetas (PRP) para los desgarros musculares agudos en función de los efectos de inmunomodulación que los factores de crecimiento pueden tener en la estimulación y aceleración de la regeneración tisular.[3] Los estudios *in vitro* han puesto de manifiesto la posibilidad de que el PRP aplicado a las células musculares produzca un aumento de la proliferación celular, la diferenciación de las células satelitales y la síntesis de factores angiogénicos.[4] Además, ensayos en animales han mostrado una mejor reparación muscular con el uso de factores de crecimiento.[5-7]

Varios estudios prospectivos comparativos han examinado los resultados clínicos después de la integración de PRP a tratamientos más tradicionales para lesiones musculares; sin embargo, los resultados han sido contradictorios hasta la fecha. Ante la controversia que rodea la eficacia clínica de las inyecciones de PRP para tratar lesiones musculares, el propósito de este estudio fue realizar una revisión sistemática y un metanálisis sobre el uso de PRP para el tratamiento de lesiones musculares agudas. Los objetivos específicos fueron evaluar el uso de PRP con respecto a: 1) el tiempo transcurrido hasta el retorno al deporte, 2) el dolor durante la rehabilitación, 3) las tasas de recidiva y 4) las complicaciones asociadas al procedimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación y selección de artículos

Este estudio se efectuó de acuerdo con la declaración PRISMA 2009 (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis*).[8] Se llevó a cabo una revisión sistemática de los artículos publicados sobre el uso de PRP para el tratamiento de lesiones musculares agudas, en PubMed, Medline y la Base de Datos Cochrane de Revisiones Sistemáticas. La búsqueda se realizó en marzo de 2017, al igual que el empadronamiento del estudio utilizando el *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) (registro: 42017065393).

Búsquedas en Medline /PubMed. Búsqueda 1: “Platelet-Rich Plasma”[Mesh]) AND “Muscles”[Mesh]. Búsqueda 2: (“platelet-rich plasma”[MeSH Terms] OR (“platelet-rich”[All Fields] AND “plasma”[All Fields]) OR “platelet-rich plasma”[All Fields] OR (“platelet”[All Fields] AND “rich”[All Fields] AND “plasma”[All Fields]) OR “platelet rich plasma”[All Fields]) AND ((“muscles”[MeSH Terms] OR “muscles”[All Fields] OR “muscle”[All Fields]) AND (“wounds and injuries”[MeSH Terms] OR (“wounds”[All Fields] AND “injuries”[All Fields]) OR “wounds and injuries”[All Fields] OR “injury”[All Fields]).

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión fueron: 1) ensayos clínicos en humanos, de nivel II o superior; 2) estudios en idioma inglés y 3) lesión muscular aguda diagnosticada por ecografía o resonancia magnética. Los criterios de exclusión fueron: series de casos, artículos de ciencias básicas, editoriales, encuestas, tópicos especiales, cartas al editor, correspondencia personal, artículos de revisión y estudios no relacionados con traumatología.

Tres investigadores (AMR, LAR, NSP) revisaron, de forma independiente, los títulos y los resúmenes de todos los artículos identificados en estas búsquedas. Los textos completos se revisaron para confirmar los criterios de inclusión/exclusión cuando fue necesario. Las referencias bibliográficas de los artículos científicos también se revisaron para reducir al mínimo el riesgo de perder artículos relevantes.

Recopilación de datos

Los datos se registraron en una tabla de extracción de información personalizada. Se recopilaron datos sobre el protocolo utilizado para preparar PRP, incluido el volumen de sangre total inicial, el anticoagulante, la máquina de procesamiento, el equipamiento descartable, el método de separación y sus características (centrifugación o aféresis), el método de activación plaquetaria, nomenclatura, recuento plaquetario, concentración plaquetaria en el producto, análisis de factores de crecimiento, volumen final y uso clínico.

Análisis estadístico

Los grupos se dividieron de la siguiente manera: pacientes que se sometieron a la terapia de PRP frente a aquellos que se sometieron a la terapia convencional para la lesión muscular aguda. Los estudios que no informaron las medias grupales y la desviación estándar fueron excluidos del análisis. El tiempo medio transcurrido hasta el retorno al deporte (en días) se extrajo de los datos para ambos grupos, además de las desviaciones estándar de la media. Esto se hizo para calcular tanto el tamaño del efecto de la media ponderada, como el error estándar del tamaño del efecto de la media ponderada. La heterogeneidad del estudio se evaluó mediante el test de la Q de Cochran y la prueba del estadístico I^2. Se realizó la prueba z para evaluar la significación clínica, en la que se requirió un valor límite de 0,05 para la significación estadística. Todos los análisis se realizaron con el programa RevMan 5.3.

RESULTADOS

Identificación y selección de artículos

El proceso de selección de los artículos científicos se muestra en la Figura 1. La estrategia de búsqueda identificó 251 artículos. Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se eliminaron 239 estudios, y quedaron 12 artículos para la revisión del texto completo. Luego de una revisión exhaustiva de estos artículos, siete cumplieron con los criterios de inclusión para el análisis (Tabla 1): seis ensayos controlados aleatorizados (nivel de evidencia I) y un estudio de cohorte (nivel de evidencia II).

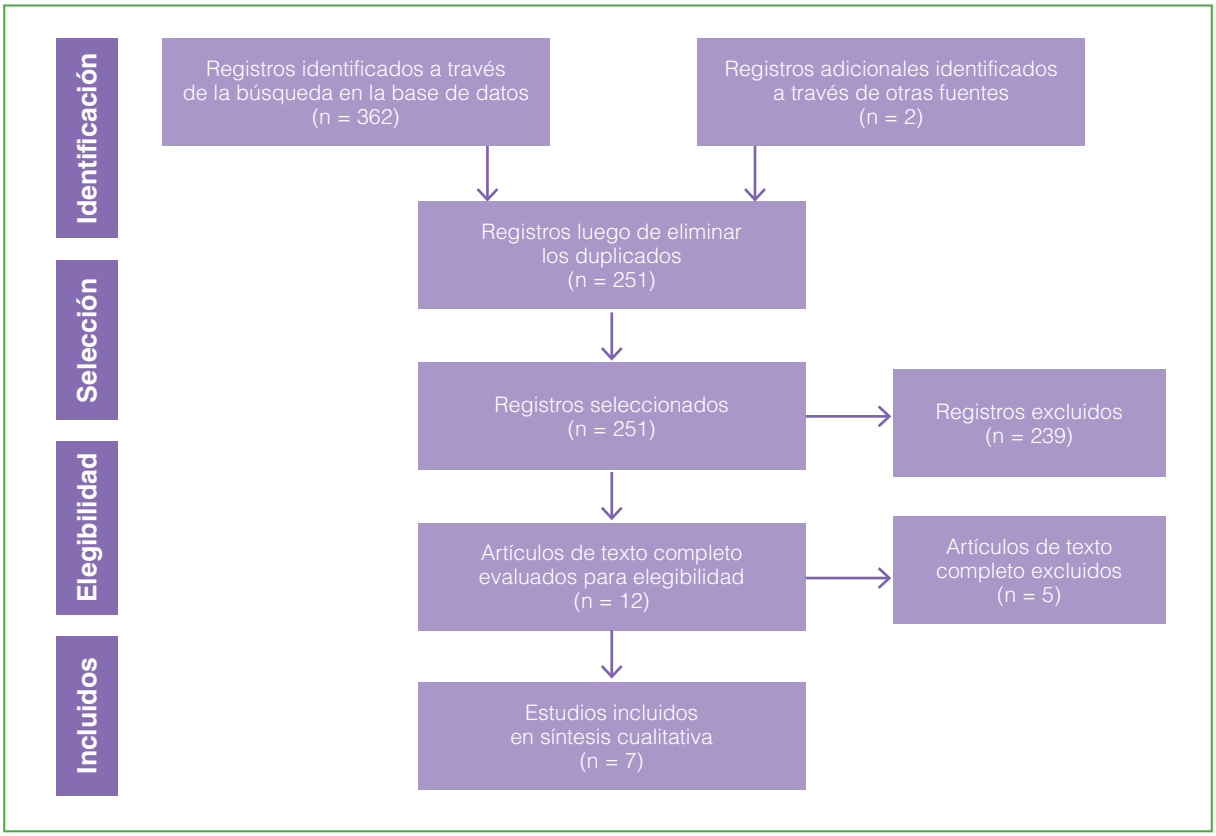

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de revisión sistemática utilizado en este estudio (PRISMA).

Tabla 1. Características de los estudios seleccionados

Estudio	Nivel de evidencia	Seguimiento (meses)	Número de pacientes	Edad media (años)	Criterios de inclusión	Intervención	Control	Medición de resultados
Martinez-Zapata y cols. (2016)	I	12	57	45.6	Grado II gastrocnemio cuádriceps, lesión en ecografía	Una inyección de 4-8 ml de PRP bajo guía ecográfica + rehabilitación	Rehabilitación	Primario: tiempo de curación (semanas) Secundario: recurrencia, EAV dolor, calidad del área regenerada (ecografía), efectos adversos
Rossi y cols. (2017)	I	24	75	22.3	Grado II gastrocnemio cuádriceps o isquiotibiales, lesión en ecografía	Una inyección de PRP bajo guía ecográfica + rehabilitación	Rehabilitación	Primario: TRD (días) Secundario: recidivas, EAV dolor
Guillodo y cols. (2015)	II	4	34	26.3	Grado II isquiotibiales, lesión en ecografía	Una inyección de 3 ml de PRP bajo guía ecográfica + rehabilitación	Rehabilitación	Primario: TRD (días)
Hamilton y cols. (2015)	I	6	90	26.6	Grado I o II isquiotibiales, lesión en ecografía	Grupo PRP: tres inyecciones de 1 ml adyacente a la lesión mediante palpación + rehabilitación	Grupo PPP: tres inyecciones 1 ml adyacente a la lesión por palpación + rehabilitación Grupo sin inyección: rehabilitación	Primario: TRD (días) Secundario: recidivas
Reurink y cols. (2015)	I	12	80	29.0	Grado I o II isquiotibiales, lesión en ecografía	Dos inyecciones de 3 ml (PRP día 5 y días 10-12) bajo guía ecográfica + rehabilitación	Dos inyecciones 3 ml de SF (días 5 y 10-12) bajo guía ecográfica + rehabilitación	Primario: TRD (días) Secundario: recidivas
A Hamid y cols. (2014)	I	10	28	21.0	Grado II isquiotibiales, lesión en ecografía	Una inyección de 3 ml de PRP bajo guía ecográfica + rehabilitación	Rehabilitación	Primario: TRD (días) Secundario: dolor
Bubnov y cols. (2013)	I	1	30	24.0	Grado I o II lesión muscular de muslo, hombro, pie o tobillo en ecografía	Una inyección de 5 ml de PRP bajo guía ecográfica + rehabilitación	Rehabilitación	Primario: EAV dolor Secundario: fuerza, rango de movilidad, función global subjetiva, aspecto ecográfico, TRD (días)

PRP = plasma rico en plaquetas, SF = solución fisiológica, EAV = escala analógica visual, TRD = tiempo transcurrido hasta el retorno al deporte.

Protocolo de preparación y aplicación de PRP

El protocolo de PRP utilizado varió entre los estudios y las características se detallan en la Tabla 2, según la disponibilidad. Solo cuatro cuantificaron la concentración de plaquetas de PRP antes de su aplicación.[1,5,9,10] De manera distintiva, A Hamid y cols.[11] informaron los niveles medios de factor de crecimiento transformador β1 y factor de crecimiento de fibroblastos en el producto final. Los estudios restantes no cuantificaron los factores de crecimiento. Seis de los siete estudios analizados describieron el uso de la ecografía para localizar la lesión muscular y guiar la colocación de PRP.[1,8-12]

Tabla 2. Característica del plasma rico en plaquetas de los estudios seleccionados

Autor	Anticoagulante	Máquina procesadora	Equipamiento	Método	RPM	Tiempo (min)	Spin 2	RPM	Tiempo (min)	Activación	Recuento plaquetario (x 10^9/l)	Concentración de plaquetas	Volumen final inyectado (ml)
Martinez-Zapata y cols.	NR	*Multicomponent cell separator*	MCS+, Haemonetics, Braintree, MA, EE.UU.	Separación por densidad	4800	10-15	No	No	No	0,05 cc of CaCl2	289,32 ± 126,85	4,89 ± 0,87	Según el volumen de la lesión
Guillodo y cols.	NR	NR	Ortho. Pras 20 kit	Separación por densidad	NR	NR	No	No	No	NR	NR	NR	NR
Hamilton y cols.	ACD-A	*GPS III centrifuge separation system*	Biomet Recover, GPS III Platelet Separation System	Separación por densidad	3200	15	No	No	No	No	237,2 ± 50,2	3,2 (765,8 ± 423,6)	3
A Hamid y cols.	NR	*The Biomet Gravitational Platelet Separation System*	(GPS III; Biomet, Warsaw, Indiana, EE.UU.)	Separación por densidad	NR	NR	NR	NR	NR	No	234	1297	3
Reurink y cols.	EDTA	*Arthrex ACP double-syringe system*	Arthrex Medizinische Instrumente GmbH, Garching, Alemania	Separación por densidad	-	-	-	-	-	NR	232	1,9 (433 ± 128)	3
Bubnov y cols.	NR	NR	NR	Separación por densidad	NR	NR	No	No	No	NR	NR	NR	2
Rossi y cols.	EDTA	NR	NR	Separación por densidad	1400	3	Sí	3000	4	No	NR	NR	Según el volumen de la lesión

NR = no reportado, ACD-A = solución anticoagulante dextrosa citrato A, EDTA = ácido etilendiaminotetraacético, RPM = revoluciones por minuto.

Tiempo hasta el retorno al deporte

El tiempo medio hasta el retorno al deporte en pacientes tratados con PRP comparados con el del grupo de control fue de 29 días (rango 10-50.9) y 35.4 días (rango 22-52.8), respectivamente (Tabla 3). El nivel deportivo antes de la lesión fue de tipo competitivo en tres estudios,[5,11,12] mientras que los restantes incluyeron pacientes con nivel deportivo competitivo y recreativo.

Cinco de los siete estudios fueron susceptibles de metanálisis,[8-12] que sumaban 224 pacientes con información sobre el tiempo hasta el retorno al deporte tras la terapia con PRP. El metanálisis demostró una diferencia significativa en el tiempo transcurrido hasta el retorno al deporte con el uso de PRP en comparación con la terapia convencional (-7.80 días; IC95% de -13.48 a -2.12; p = 0,007), heterogeneidad (I^2 = 96%, p <0,00001) (Figura 2).

Tabla 3. Tiempo hasta el retorno al deporte, según los estudios seleccionados

Autores	Año	Revista	Cohorte 1 (PRP)/Cohorte 2 (Control)	Media	Rango	Estadística (P)
Martinez-Zapata y cols.	2016	*Blood Transfus*	Cohorte 1	4.51 semanas	DE: 0.42	0,261
			Cohorte 2	5.49 semanas	DE: 0.48	0,261
Guillodo y cols.	2015	*Muscles Ligaments Tendons J*	Cohorte 1	50.9 días	± 10.7	NS
			Cohorte 2	52.8 días	± 15.7	NS
Hamilton y cols.	2015	*Br J Sports Med*	Cohorte 1	21 días	IC95% 17.9-24.1	0,004 PRP vs. PPP
			Cohorte 2	27 días	IC95% 20.6-33.4	0,13 PPP vs. no inyección
			Cohorte 3	25 días	IC95% 21.5-28.5	0,15 PRP vs. no inyección
A Hamid y cols.	2014	*Am J Sports Med*	Cohorte 1	26.7 días	± 7	0,006
			Cohorte 2	42.5 días	± 20.6	0,006
Reurink y cols.	2015	*Br J Sports Med*	Cohorte 1	42 días	30-58	0,66
			Cohorte 2	42 días	37-56	0,66
Bubnov y cols.	2013	*Med Ultrason*	Cohorte 1	10 días	± 1.2	NR
			Cohorte 2	22 días	± 1.5	NR
Rossi y cols.	2017	*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*	Cohorte 1	21.1 días	±3.1	0,001
			Cohorte 2	25 días	±2.8	0,001

PRP = plasma rico en plaquetas, NS = no significativo, NR = no reportado.

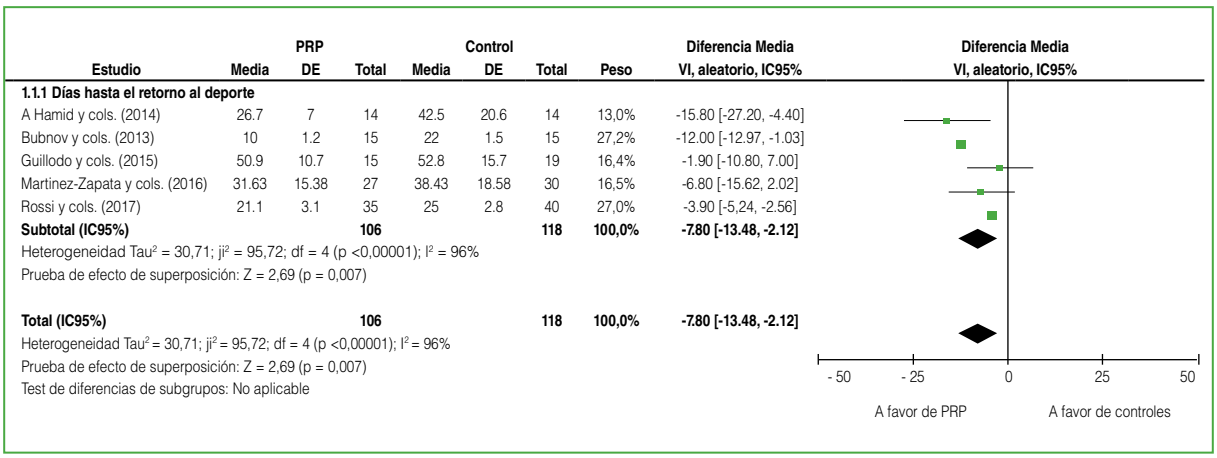

Figura 2. Diagrama de efectos (*forest plot*) que muestra la diferencia de medias en el tiempo hasta el retorno al deporte después de una lesión muscular aguda, entre los dos grupos. PRP = plasma rico en plaquetas.

Cuatro de los ocho estudios informaron una disminución significativa en el tiempo para regresar a los deportes, en pacientes tratados con PRP.[2,9-11] En un estudio controlado aleatorizado, A Hamid y cols.[11] compararon 12 pacientes tratados con PRP, además de rehabilitación, con 12 pacientes que recibieron solo rehabilitación. Los pacientes tratados con PRP demoraron un tiempo medio de 26 días (rango 19-33) para reanudar los deportes en comparación con 42 días (rango 22-62) en pacientes tratados solo con rehabilitación (p = 0,006). Bubnov y cols.[9] comunicaron menos tiempo hasta el retorno deportivo (10 ± 1.2 días) en el grupo de PRP cuando se lo comparó con el grupo de control (22 ± 1.5 días). Rossi y cols.[10] compararon 35 pacientes tratados con PRP asociado con rehabilitación y 40 tratados solo con rehabilitación, el tiempo para volver a los deportes fue de 21 (± 3.1) días y 25 (± 2.8) días, respectivamente. Hamilton y cols.[3] también informaron 21 días para el grupo con PRP y 25 para los controles.

Los tres estudios restantes no informaron cambios estadísticos significativos en el tiempo transcurrido hasta el retorno deportivo con el uso de PRP.[8,12,13]

Dolor

La evaluación de la progresión del dolor después de la inyección de PRP se informó en cinco de los siete estudios. Reurink y cols.[13] analizaron el dolor con pruebas específicas (Hamstring Outcome Score) a la semana y a las 26 semanas, y no hallaron diferencias entre pacientes tratados con PRP y los controles. Cuatro estudios[9-12] evaluaron el dolor como una variable y registraron su progresión en diferentes puntos del tiempo de seguimiento. Martinez-Zapata y cols.[12] analizaron la intensidad del dolor (escala analógica visual) semanalmente, por 8 semanas y luego cada 6 meses. Comunicaron que la intensidad del dolor fue similar en ambos grupos durante el seguimiento. Por otro lado, los tres estudios restantes[9-11] informaron un puntaje medio de dolor significativamente más bajo entre los receptores de PRP durante el proceso de curación; sin embargo, no hubo diferencias en el puntaje medio del dolor al final del seguimiento.

Recidiva

Cuatro estudios no hallaron diferencias en las tasas de recidiva entre los dos grupos (control y PRP). Martínez-Zapata y cols.[12] no informaron recidiva (0 de 27 pacientes) con el uso de PRP, y solo un caso en el grupo de control (1 de 30 pacientes). En un seguimiento de 6 meses, Hamilton y cols.[2] comunicaron una tasa de recidiva del 7,7% (2 de 30) en pacientes tratados con PRP y del 10,3% (3 de 29) en el grupo de control (p = 0,905). Rossi y cols.[10] informaron una tasa de recidiva del 5,7% (2 de 34) en el grupo con PRP y del 10% (4 de 48) en el grupo de control (p = NS). Reurink y cols.[13] obtuvieron la tasa más alta de recidiva: 27% (10 de 37 pacientes con PRP) y 30% (11 de 37 del grupo de control).

Complicaciones

Cuatro de los siete estudios incluidos en nuestro metanálisis no informaron complicaciones asociadas al PRP.[5,8,10,11,14] Reurink y cols.[13] comunicaron un paciente con hiperestesia dérmica dolorosa en el sitio de inyección del PRP, lo que prolongó el tiempo para reanudar la práctica deportiva. En el estudio de Martinez-Zapata y cols.,[12] se observaron complicaciones no relacionadas con el PRP. El estudio final de Bubnov y cols.[9] no evaluó las complicaciones.

Discusión

En los últimos años, ha aumentado el interés por el uso de PRP para tratar lesiones musculares agudas.[15] Sin embargo, a pesar de esta popularidad creciente, la evidencia que respalda su uso aún es insuficiente. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión fue evaluar los resultados publicados sobre el PRP para lesiones musculares agudas. En general, los resultados analizados indicarían que el PRP reduce el tiempo hasta el retorno al deporte comparado con la terapia convencional (-7.80 días; IC95% de -13.48 a -2.12; p = 0,007). No obstante, la lectura crítica y profunda del desarrollo de cada estudio publicado es esencial para interpretar, de manera adecuada, los resultados y, de esta forma, no tomar solo números estadísticos o conclusiones individuales y transformarlos en verdades absolutas.

Este estudio tiene algunas limitaciones. Si bien se los considera como el nivel máximo de evidencia, los metanálisis utilizan los datos de los estudios ya publicados (preferentemente de nivel de evidencia I y II), lo que podría magnificar o sesgar imprecisiones presentes en cada estudio individual. Así mismo, nuestro metanálisis mostró una heterogeneidad significativa en los datos evaluados. A pesar de estas limitaciones, esta es una de las pocas revisiones que evalúa el uso de PRP en pacientes con desgarros musculares agudos, lo que la transformaría en una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones clínicas.

Respecto al dolor, se ha demostrado que el PRP es útil para reducirlo en pacientes con artrosis de rodilla y epicondilitis.[8,16-18] Cuando analizamos el dolor en relación con el uso de PRP en los desgarros musculares agudos, parecería no haber diferencia entre los pacientes tratados con PRP y los controles al final del seguimiento, y la mayoría logra una recuperación completa. Sin embargo, tres autores[9-11] hallaron una diferencia significativa en la reducción del dolor durante el tratamiento. Esta disminución en el período de rehabilitación puede ser uno de los motivos por el cual la mayoría de los estudios analizados mostraron una diferencia favorable en días con el PRP en cuanto al retorno al deporte. Esto podría justificar el uso de esta terapéutica en el contexto del alto rendimiento, pero prestando especial atención a que la disminución del dolor podría no estar asociada con una acelerada reparación de los tejidos.

Teniendo en cuenta que el antecedente de una lesión muscular es un factor de riesgo significativo para sufrir un nuevo desgarro,[19] es una prioridad lograr un tejido cicatricial con la menor cantidad de tejido fibroso posible. Los cuatro estudios[10,12-14] que evaluaron recurrencias no encontraron diferencias entre los pacientes tratados con PRP o sin PRP. En nuestro estudio, las tasas de recurrencias oscilaron entre el 5,7% y el 30%, cifras similares a las reportadas por Orchard.[15] Sin embargo, con la escasa evidencia disponible, no podemos cerciorarnos de los efectos del PRP en las recurrencias. En otras palabras, la estimulación de la diferenciación mioblástica con la consecuente regeneración tisular que sugieren algunos estudios *in vitro* traería aparejada una mejor calidad de tejido muscular y una consiguiente disminución de las recurrencias, pero dicha hipótesis no ha podido ser demostrada en los ensayos clínicos.

El uso de PRP en el tratamiento de los desgarros musculares parece seguro si se tiene en cuenta la baja tasa de complicaciones reportada. No hubo efectos adversos mayores, excepto hiperestesia dérmica dolorosa en un paciente en el sitio de inyección, comunicada por Reurink y cols.[13]

Algunos estudios experimentales *in vitro* y en animales han demostrado la eficacia del PRP para inducir la regeneración de los mioblastos.[4,6,7,20] No obstante, estos resultados no se han trasladado a la práctica clínica. Una de las razones de esta discrepancia podría ser que las formulaciones de PRP utilizadas no sean las adecuadas para inducir la regeneración muscular. A la fecha, el PRP rico en leucocitos constituye la formulación más utilizada en la mayoría de los ensayos clínicos. Sin embargo, un estudio *in vitro* de Miroshnychenko y cols.[4] nos genera aún más interrogantes, al sugerir que el plasma pobre en plaquetas y el PRP bajo en leucocitos son los que estimularían la diferenciación mioblástica, necesaria para una adecuada regeneración muscular. Todo esto nos hace recapacitar sobre la mayor problemática del PRP, el furor en cuanto al uso y su aplicación no han ido de la mano con el entendimiento de los distintos componentes, de las diferentes acciones, de los tiempos y momentos de aplicación. Los futuros ensayos clínicos deberían detallar una descripción completa de los protocolos de preparación del PRP. Esto sumado a la caracterización cualitativa y cuantitativa de las formulaciones empleadas es fundamental para permitir una interpretación apropiada de los resultados y la subsecuente replicación.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de L. A. Rossi: http://orcid.org/0000-0002-1397-2402
ORCID de A. Bertona Altieri: http://orcid.org/0000-0002-7380-3045
ORCID de C. Gwan: http://orcid.org/0000-0003-0579-3524
ORCID de N. S. Piuzzi: http://orcid.org/0000-0003-3007-7538

BIBLIOGRAFÍA

1. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011;39(6):1226-32. https://doi.org/10.1177/0363546510395879
2. Hamilton B. Hamstring muscle strain injuries: what can we learn from history? *Br J Sports Med* 2012;46(13):900-3. https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-090931

3. Hamilton BH, Best TM. Platelet-enriched plasma and muscle strain injuries: challenges imposed by the burden of proof. *Clin J Sport Med* 2011;21(1):31-6. https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e318205a658
4. Miroshnychenko O, Chang W, Dragoo JL. The use of platelet-rich and platelet-poor plasma to enhance differentiation of skeletal myoblasts implications for the use of autologous blood products for muscle regeneration. *Am J Sports Med* 2016;4(7 suppl4):1-9. https://doi.org/10.1177/0363546516677547
5. Alsousou J, Thompson M, Hulley P, Noble A, Willett K. The biology of platelet-rich plasma and its application in trauma and orthopaedic surgery: a review of the literature. *J Bone Joint Surg Br* 2009;91(8):987-96. https://doi.org/10.1302/0301-620X.91B8.22546
6. Dimauro I, Grasso L, Fittipaldi S, Fantini C, Mercatelli M, Racca S, et al. Platelet-rich plasma and skeletal muscle healing: A molecular analysis of the early phases of the regeneration process in an experimental animal model. *PLoS One* 2014;9(7). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102993
7. Quarteiro ML, Tognini JRF, de Oliveira ELF, Silveira I. The effect of platelet-rich plasma on the repair of muscle injuries in rats. *Rev Bras Ortop (English Ed).* 2015;50(5):586-95. https://doi.org/10.1016/j.rboe.2015.08.009
8. Guillodo Y, Madouas G, Simon T, Le Dauphin H, Saraux A. Platelet-rich plasma (PRP) treatment of sports-related severe acute hamstring injuries. *Muscles Ligaments Tendons J* 2015;5(4):284-8. https://doi.org/10.11138/mltj/2015.5.4.284
9. Bubnov R, Yevseenko V, Semeniv I. Ultrasound guided injections of platelets rich plasma for muscle injury in professional athletes. Comparative study. *Med Ultrason* 2013;15(2):101-5. https://doi.org/10.11152/mu.2013.2066.152.rb1vy2
10. Rossi LA, Molina Rómoli AR, Bertona Altieri BA, Burgos Flor JA, Scordo WE, Elizondo CM. Does platelet-rich plasma decrease time to return to sports in acute muscle tear? A randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(10):3319-25. https://doi.org/10.1007/s00167-016-4129-7
11. A Hamid MS, Mohamed Ali MR, Yusof A, George J, Lee LPC. Platelet-rich plasma injections for the treatment of hamstring injuries. *Am J Sports Med* 2014;42(10):2410-8. https://doi.org/10.1177/0363546514541540
12. Martinez-Zapata MJ, Orozco L, Balius R, Soler R, Bosch A, Rodas G, et al. Efficacy of autologous platelet-rich plasma for the treatment of muscle rupture with haematoma: a multicentre, randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Blood Transfus* 2016;14(2):245-54. https://doi.org/10.2450/2015.0099-15
13. Reurink G, Goudswaard GJ, Moen MH, Weir A, Verhaar JA, Bierma-Zeinstra SM, et al. Rationale, secondary outcome scores and 1-year follow-up of a randomised trial of platelet-rich plasma injections in acute hamstring muscle injury: the Dutch Hamstring Injection Therapy study. *Br J Sports Med* 2015;49(18):1206-12. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094250
14. Hamilton B, Tol JL, Almusa E, Boukarroum S, Eirale C, Farroq A, et al. Platelet-rich plasma does not enhance return to play in hamstring injuries: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2015;49(14):943-50. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094603
15. Orchard J, Best TM, Verrall GM. Return to play following muscle strains. *Clin J Sports Med* 2005;15(6):436-41. https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000188206.54984.65
16. Laudy ABM, Bakker EWP, Rekers M, Moen MH. Efficacy of platelet-rich plasma injections in osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49(10):657-72. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094036
17. Peerbooms JC, Sluimer J, Bruijn DJ, Gosens T. Positive effect of an autologous platelet concentrate in lateral epicondylitis in a double-blind randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2010;38(2):255-62. https://doi.org/10.1177/0363546509355445
18. Randelli P, Arrigoni P, Ragone V, Aliprandi A, Cabitza P. Platelet rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a prospective RCT study, 2-year follow-up. *J Shoulder Elb Surg* 2011;20(4):518-28. https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.02.008
19. Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sport Phys Ther* 2010;40(2):67-81. https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3047
20. Kelc R, Trapecar M, Gradisnik L, Rupnik MS, Vogrin M. Platelet-rich plasma, especially when combined with a TGF-β inhibitor promotes proliferation, viability and myogenic differentiation of myoblasts in vitro. *PLoS One* 2015;10(2):1-13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117302