

## Eficacia del Plasma Rico en Plaquetas y Laser en las lesiones Musculares Traumáticas del deporte

Efficacy of Platelet Rich Plasma and Laser in Traumatic Muscle Injuries from Sports

Eduardo León Valdés<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1506-1327>

Ricardo Anillo Badía <https://orcid.org/0000-0003-3609-2691>

Instituto de Medicina del Deporte, Departamento de Control Médico. La Habana, Cuba.

<sup>1\*</sup> Autor para la correspondencia: [eduarleoval1@gmail.com](mailto:eduarleoval1@gmail.com)

### RESUMEN

**Introducción:** El 30 % de todas las lesiones del deporte afectan al músculo y si no se toma la conducta correcta pueden obligar al atleta al abandono de la práctica deportiva. Por tanto son muy importantes el diagnóstico preciso y el tratamiento rápido y adecuado. **Objetivo:** Demostrar la eficacia terapéutica (ET) del tratamiento combinado del plasma rico en plaquetas y láser de baja potencia en lesiones musculares traumáticas. **Material y Métodos:** Previo diagnóstico clínico y ecográfico cincuenta y cinco atletas de alto rendimiento y nivel recreativo, diagnosticados con ruptura muscular agudo grado 2 fueron asignados mediante randomización en dos grupos. Al Grupo 1 se le colocó una única inyección intralesional de PRP autólogo más Programa de láser continuo de He-Ne (632,8 nm) de 2mW de potencia, densidad de potencia 90mW/cm<sup>2</sup> y densidad de energía de 5,4 J/cm, (PRP + Programa de láser) y Grupo 2 Programa láser. se aplicó tratamiento zonal durante 10 sesiones. 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. **Resultados:** El tiempo promedio para retornar al deporte fue 21 a 25 días para el Grupo 1 y más de 30 días para el Grupo 2. La diferencia en la tasa de recurrencia durante los primeros 2 años después del tratamiento fue estadísticamente significativa entre los grupos. **Conclusiones:** Se demostró la eficacia del PRP unido a la aplicación de laser terapia en las lesiones musculares grado II.

**Palabras clave:** plaquetas lisadas; Laser; Lesiones musculares; Deporte.

## **ABSTRAC**

**Introduction:** The 30 % of all sports injuries affect the muscle and if the correct behavior is not taken, they can force the athlete to abandon the sports practice. Therefore, accurate diagnosis and prompt and appropriate treatment are very important. **Objective:** To demonstrate the therapeutic efficacy (TE) of the combined treatment of platelet-rich plasma and low-power laser in traumatic muscle injuries. **Material and methods:** Prior clinical and ultrasound diagnosis fifty-five athletes of high performance and recreational level, diagnosed with acute muscle rupture grade 2 were assigned by randomization. Group 1 was given a single intralesional injection of autologous PRP plus He-Ne continuous laser program (632.8 nm) of 2mW power, power density 90mW/cm<sup>2</sup> and energy density of 5.4 J/cm, (PRP + Laser program) and Group 2 Laser program. zonal treatment was applied for 10 sessions. They were subsequently evaluated, recording pain changes under AVE throughout rehabilitation and the time they rejoined the sport. **Results:** The average time to return to sport was 21 to 25 days for Group 1 and more than 30 days for Group 2. The difference in the recurrence rate during the first 2 years after treatment was statistically significant between the groups. **Conclusions:** The efficacy of PRP coupled with the application of laser therapy in grade II muscle injuries was demonstrated.

**Keywords:** Platelet Rich Plasma; Laser; Traumatic Muscle Injuries; Sport.

Recibido: 19/10/21

Aprobado: 23/02/22

## **INTRODUCCIÓN**

Como especialidad médica y por sus propias características, la Medicina del Deporte sustenta sus bases en los sólidos pilares anatómo-funcionales, en los más modernos y rigurosos criterios evaluativos del atleta, y en la integración gradual de los últimos logros de la Ciencia y la Técnica en la práctica médica especializada con el objetivo de lograr el adecuado desarrollo armónico de las potencialidades físicas y psíquicas con el mínimo riesgo de la salud.

Hoy día no es posible el planteamiento de un programa de preparación deportiva sin el correspondiente estudio fisiológico de su metodología de aplicación, no obstante, aún un adecuado programa de preparación deportiva, en el caso del deporte de alto rendimiento,

puede llevar implícito el riesgo de la aparición de lesiones, sobre todo de partes blandas, pues el atleta emplea sus estructuras anatomofuncionales al límite de sus posibilidades fisiológicas. El diagnóstico realizado con precisión y a tiempo, el adecuado proceso terapéutico, la rehabilitación que reincorpora al atleta lesionado en iguales o mejores condiciones físicas a la práctica deportiva, y la imprescindible (y a veces soslayada) profilaxis, no son acciones separadas e independientes. Estas son fases de un proceso único e integrado que debe incorporar los conocimientos y experiencias adquiridas por los especialistas de la Medicina del Deporte con los avances científicos y tecnológicos que ponen a la disposición del médico las posibilidades de elevar el servicio asistencial a una práctica médica investigativa y de alta profesionalidad. Por su utilidad y no por su popularidad, se destacan dos tecnologías biomédicas novedosas, que en el caso de las lesiones musculares, parecen cumplir las exigencias antes referidas, Láser de Baja Potencia y Terapia Regenerativa con plasma rico en plaquetas (PRP).

Los factores de crecimiento son proteínas que actúan como señales de comunicación intercelular y que estimulan la regeneración tisular. Se encuentran fundamentalmente en los gránulos alfa de las plaquetas. El Plasma Rico en Plaquetas (PRP) es un producto biológico, autólogo, no tóxico ni alergénico, que se obtiene de la propia sangre mediante centrifugado, lo que separa la porción del plasma que contiene las plaquetas, y que por tanto es rico en Factores de Crecimiento (principalmente PDGF, TGFbeta y EGF) Los estudios muestran claros indicios de eficacia y un alto nivel de seguridad en esta técnica, siempre que se realice en las condiciones adecuadas<sup>1,2</sup>.

El PRP se ha estudiado como un tratamiento primario o adyuvante para las rupturas tendinosas agudas, lesiones del cartílago articular, esguinces de ligamentos<sup>3,4</sup> y artrosis. Sin embargo, sólo unos pocos estudios con resultados contradictorios están disponibles en la literatura en cuanto a su uso en lesiones musculares<sup>5,6</sup>.

A todo esto, se le suma la característica propia del láser al aplicarse sobre las lesiones mejorando la cicatrización de heridas y curación de tejidos blandos, reduciendo la inflamación, el edema y aliviando el dolor agudo y crónico. Tiene efecto fotoquímico, produciendo liberación de sustancias como la histamina, serotonina y bradicilina. Aumenta la producción de Adenosín Trifosfato (ATP) intracelular, estimula la síntesis de Ácido Desoxirribonucleico (ADN), síntesis proteica y enzimática. Tiene efectos fotoeléctricos que le permite normalizar el potencial de membrana actuando directamente sobre la movilidad

iónica e indirectamente al incrementar el ATP producido por la célula y necesario para hacer funcional la bomba de sodio potasio<sup>7,8</sup>.

Teniendo en cuenta la importancia práctica de esta temática para el Instituto de Medicina del Deporte, las posibilidades reales de utilizar las tecnologías biomédicas aquí referidas y la novedad que en el orden científico pueda tener el estudio en cuestión, además 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 y no se ha encontrado en la literatura consultada estudios que traten sobre la utilización de PRP, más el láser de baja potencia asociados como tratamiento; a partir de esto se planteó como objetivo de este estudio randomizado controlado, demostrar la eficacia terapéutica con Plasma Rico en Plaquetas (PRP), asociado al láser de baja potencia, en lesiones musculares traumáticas grado 2 en atletas de alto rendimiento y de nivel recreativo.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se realizó un estudio randomizado, simple (evaluador), con grupo control, en el Instituto de Medicina del Deporte (IMD), ubicado en la zona urbana del Municipio Boyeros, en La Habana, Cuba.

Se estudiaron 55 atletas, de alto rendimiento y practicantes recreativos de deportes que presentaron una sospecha de lesión muscular de la extremidad inferior, previa remisión al Departamento de Imagenología del Instituto de Medicina del Deporte, por los médicos del deporte o del área de salud a la que pertenecen. Se les hizo un estudio ecográfico de la zona muscular afectada, firmaron el consentimiento informado y posteriormente, randomizados. El protocolo de estudio fue aprobado por el grupo de traumatología del deporte del Instituto de medicina deportiva.

La evaluación clínica de los atletas con lesiones musculares traumáticas se efectuó utilizando la clasificación anatómo-clínica de Lefebvre, con algunas modificaciones realizadas por el grupo de Medicina y trauma del Deporte del IMD. Las contusiones ligeras por su escasa representación ecográfica fueron excluidas. Igualmente quedaron fuera del estudio una serie de lesiones cuyo mecanismo de producción obedece a un traumatismo intrínseco, como las contracturas, los calambres y algunas elongaciones, debido fundamentalmente a que el estudio con ultrasonido es negativo en más del 90 % de estos atletas y su diagnóstico es básicamente por la clínica y el mecanismo fisiopatológico que la

ocasionó. El grupo de lesiones musculares traumáticas de etiología intrínseca, quedó representados por los atletas que presentaron rupturas grado II.

El estudio ecográfico muscular se realizó con un equipo Sigma 210 de fabricación francesa de la casa Kontron Instruments con transductor lineal de 7,5 MHz y trapezoidal de 14 MHz utilizando en ocasiones acoples específicos para las partes blandas. La técnica sonográfica que se aplicó, así como el reconocimiento de la ecoestructura muscular normal, es la descrita por Van Holsbeeck con algunas modificaciones realizadas por Valls y colaboradores además de otras por el grupo de trabajo del Servicio de Imagenología del Instituto de Medicina del Deporte de Cuba. Un médico deportivo entrenado en inyecciones músculo esqueléticas e imágenes de ultrasonido realizó todas las evaluaciones ecografías de diagnóstico. Para cada atleta, las características sociodemográficas y las características de la lesión se documentaron en la historia clínica.

Los criterios de inclusión para este estudio fueron los siguientes: edad entre 18 y 40 años, lesión muscular aguda (menos de 7 días desde la aparición de la lesión), incluyendo los músculos isquiotibiales, gemelos y cuádriceps, todas las lesiones musculares involucradas en el estudio fueron clasificadas por ecografía como grado II. Todos los pacientes involucrados eran deportistas de nivel competitivo o recreativo de acuerdo con el nivel de competencia<sup>9</sup>. Para los criterios de exclusión se tuvo en cuenta haber recibido algún tipo de terapia intralesional (inyección) para la lesión actual, el uso de medicamentos antiinflamatorios o no poder cumplir con el programa de rehabilitación.

Los pacientes asignados al grupo 1 grupo de intervención se le colocó una única inyección intralesional de PRP autólogo + Programa de láser continuo de He-Ne (632,8 nm) de 2mW de potencia, densidad de potencia 90mW/cm<sup>2</sup> y densidad de energía de 5,4 J/cm, (PRP + Programa de láser). Los pacientes asignados al grupo 2 de control no recibieron el PRP solo el programa de láser. Todos los pacientes, independientemente de la asignación de grupos realizaron un programa de rehabilitación que consistió en ejercicios de agilidad progresiva y estabilización del tronco, estandarizado supervisado por los fisioterapeutas de forma diaria hasta el final del tratamiento.

-Obtención de las Plaquetas.

Autodonación en el departamento de aféresis:

Examen físico del paciente: Aparato cardiovascular y respiratorio, toma de Tensión Arterial (TA), pulso, Frecuencia Respiratoria (FR) y temperatura. Una vez corroborado el estado físico adecuado se procede a la autodonación.

Autodonación: Paciente acostado en decúbito supino, se le canaliza vena gruesa y firme en antebrazo y se efectúa la sangría hacia una bolsa de sangre con CPDA (sistema cuádruple). Una vez colectada la cantidad de sangre deseada (250mL) se procede a cortar la tubuladura y conectar nueva bolsa (sistema doble) y repetimos la extracción. Una vez concluida la donación de los primeros 500mL retiramos la bolsa y la ligadura y conectamos a la línea de acceso a la vena una infusión de solución salina al 0,9 % a goteo lento durante 45 a 60 minutos. A continuación se transfunden los concentrados de eritrocitos obtenidos de las bolsas Efectuada la autotransfusión, se infunde solución salina 0,9 % para hidratar al paciente.

Concluido el proceder se da alta al paciente, previo examen físico normal. Se sella la bolsa y rotula con el nombre del paciente, la fecha y los mililitros que contiene. En el momento de aplicar según la cantidad de mililitros que se necesiten para administrar se procede a lisar las plaquetas con Gluconato de Calcio 0,2 por mL de PRP. El resto queda conservado a una temperatura de 4<sup>0</sup> C en el banco de sangre de la institución por si es necesaria una nueva administración.

-Tratamiento.

La posición y técnica de la aplicación se realizará guiada por ecografía, en estos casos se procede a la evacuación del hematoma si es posible y se aplica el PRP en la cavidad. La 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 1)

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.

El tratamiento con láser fue aplicado con un equipo destinado a la laserterapia de baja potencia: El LASERMED 102 MD de la firma cubana TECE SA, (Tabla I), con las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla I. Dosis utilizada.

<b>El LASERMED 102 MD</b>	<b>Dosis utilizadas</b>
Tipo de láser	Helio Neón
Longitud de onda	632,8 nm.
Potencia nominal mínima garantizada	2,0 mw.
Clase	IIIA (según IEC 825)
Régimen de trabajo	Continuo
Densidad de potencia	90 mw/cm <sup>2</sup>
Densidad de energía	5,4 j/ cm <sup>2</sup>

El tratamiento con luz láser se aplicó como haz directo, a través de la piel de forma zonal encima de la estructura dañada. Realizándose una partición de la zona en forma de reticulado, tal que la distancia entre los puntos irradiados no fuese mayor que 1,5 cm, con el tiempo de exposición en función de la potencia del equipo y de los parámetros dosimétricos seleccionados, se aplicó el láser durante 60 seg. Un fisioterapeuta deportivo con experiencia llevó a cabo las sesiones.

Se evaluó la evolución en consulta con una frecuencia semanal donde 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, un examen clínico estandarizado para evaluar la preparación del paciente para volver al deporte fue realizado por personal especializado en Medicina Deportiva del grupo de traumatología del Instituto de medicina deportiva.

Para medir los resultados se tuvo en cuenta 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, basándose en las recomendaciones actuales en medicina del deporte<sup>10</sup>. Los atletas 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.

Además, se estudió la tasa de recurrencia en cada grupo. Los atletas fueron evaluados a los 2, 12 y 24 meses después de su incorporación a la actividad deportiva para indagar acerca de recurrencia de la lesión. Se estimó que los atletas presentaban una recurrencia si presentaban

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 fueron estudiadas con un nuevo examen ecográfico.

## RESULTADOS

Para iniciar el estudio sobre la eficacia terapéutica de la terapia combinada con PRP y Laser de baja potencia en las lesiones musculares traumáticas, en los 55 atletas de alto rendimiento y nivel recreativo de nuestro estudio, 25 atletas del grupo de intervención y los 30 atletas del grupo de control, se decidió realizar la caracterización en edad cronológica y sexo de los casos tratados, cuyo promedio de edad cronológica fue de 21,6 años y de edad de los cuales el 73 % pertenecen al sexo masculino, 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 como se muestran en la Tabla II.

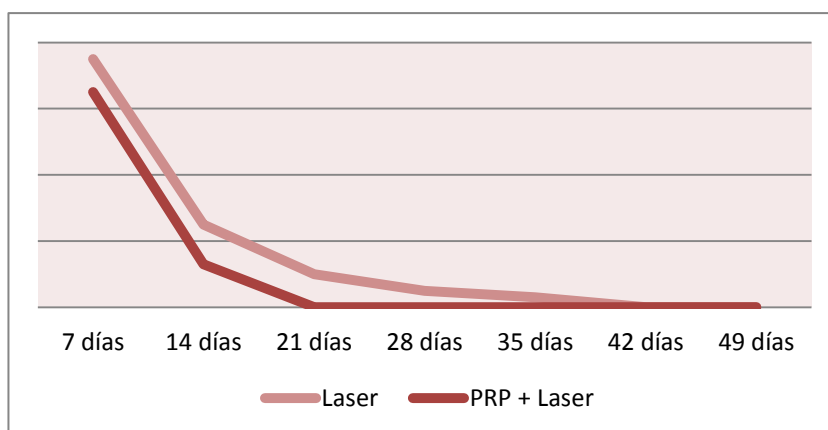
**Tabla II.** Característica del universo estudiado.

Variables		Grupo 2 (n=30)	Grupo 1 PRP (n=25)	Total (n=45)
	Edad más menos DS	21,8 más menos 3,2	22,9 más menos 3,5	22,3 más menos 2,3
Sexo	Mujeres	7	8	15
	Hombres	23	17	40
Nivel Competitivo	Alto rendimiento	18	16	34
	Nivel Recreativo	12	9	21
Músculos Lesionados	Isquiotibiales	13	11	24
	Cuadriceps	6	5	11
	Gemelos	11	9	20

El dolor antes del tratamiento fue evaluado de mal según EVA. Similar en los dos grupos de tratamiento. Hubo una mejora sustancial en el dolor independientemente del grupo de

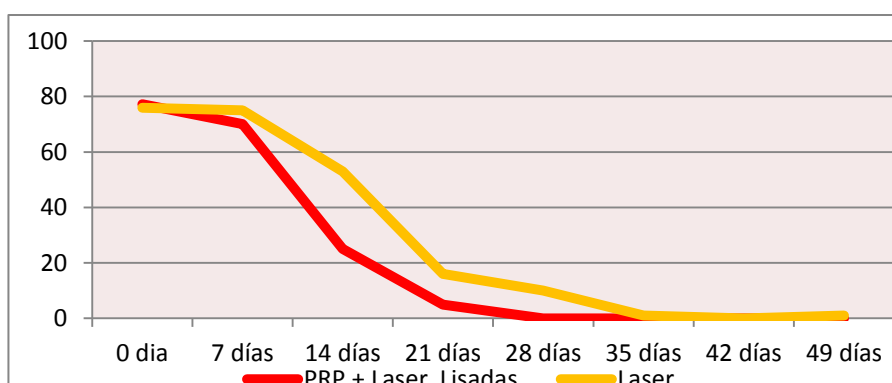


tratamiento. Sin embargo, los pacientes en el grupo de PRP tenían puntuaciones de gravedad del dolor significativamente más bajas. A los 14 días desapareció en un 75 % de los atletas y a los 21 días el dolor estaba en cero según (EVA) para el grupo 1. A diferencia de los controles, en la medición de todos los tiempos evaluados solamente pasados los 28 días este grupo fue evaluado de cero dolores, según (EVA). (Figura 1).



**Figura 1.** Evaluación del dolor según (EVA).

El dolor antes del tratamiento según la escala visual análoga (EVA) con movimiento resistido con un puntaje alto en los dos grupos. Después de la aplicación de los esquemas de tratamiento se observó una mejora en el dolor en los dos grupos a los ejercicios contra resistencia, pero en el grupo 1, fue significativa la baja severidad del dolor en comparación con el grupo control. (Figura 2).



**Figura 2.** Evaluación del dolor a los movimientos contra resistencia (EVA).

El tiempo medio para volver al deporte fue  $21,17 \pm 3,1$  días para el grupo 1 y de  $28 \pm 2,8$  días para el grupo 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 ( $P = 0,7$ ).

Durante el estudio evolutivo de los 25 atletas que pertenecen al grupo 1, ninguno sufrió una lesión muscular recurrente en el primer año de regreso al deporte ni entre las 12 a 24 meses posteriores, no así en el grupo control donde 3 de los 30 atletas (10 %) estudiados sufrieron una lesión muscular recurrente en el primer año del retorno al entrenamiento.

## **DISCUSIÓN**

Este estudio tuvo como objetivo demostrar la eficacia terapéutica del plasma rico en plaquetas (PRP) asociado al láser de baja potencia y de manera comparativa evaluar el tiempo de recuperación (retorno al deporte) y las tasas de recurrencia. Se encontró una diferencia significativa en el tiempo para volver a jugar entre los jugadores tratados del grupo 1 y el grupo 2.

Los resultados revelaron diferencias en cuanto al comportamiento clínico para los atletas tratados con el PRP más láser, encontrándose una mejoría notable en la disminución del dolor desde la primera semana y desapareciendo totalmente a los 21 días a diferencia del grupo control en que el dolor desapareció pasado los 30 días de evolución. El tiempo medio para volver al deporte en el grupo 1 fue entre 21 a 25,4 días y de 30 a 35 días en el grupo control guardando relación con bibliografías revisadas<sup>5</sup>.

Estos resultados pueden guardar relación con las funciones del PRP ya que el 70 % de los factores de crecimiento son liberados en los primeros 10 minutos de la administración en los tejidos y en la primera hora se han liberado el 100 % de estos, comenzando el proceso de reparación del mismo; además, las plaquetas, tras su activación liberan proteínas llamadas citosinas. Algunas de estas citosinas se comportan como señalizadores y regulan procesos celulares clave como la diferenciación, la mitogénesis y la quimiotaxis.

Varios factores de crecimiento dentro del PRP se han evaluado en la reparación muscular<sup>11</sup>. El factor de crecimiento transformante B1 y PGE2, pueden funcionar sinérgicamente para equilibrar el nivel de la fibrosis durante la curación del músculo<sup>12</sup>. 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.

A todo esto, se le suma la característica propia del láser al aplicarse sobre las lesiones mejorando la cicatrización de heridas y curación de tejidos blandos, reduciendo la

inflamación, el edema y aliviando el dolor agudo y crónico. Tiene efecto foto químico, produciendo liberación de sustancias como la histamina, serotonina y bradicilina. Aumenta la producción de ATP intracelular, estimula la síntesis de ADN, síntesis proteica y enzimática. Tiene efectos fotoeléctricos que le permite normalizar el potencial de membrana actuando directamente sobre la movilidad iónica e indirectamente al incrementar el ATP producido por la célula y necesario para hacer funcional la bomba de sodio potasio.

El tiempo medio para volver al deporte en el grupo 1 y en el grupo control, guarda relación con bibliografías revisadas<sup>5</sup>. Apreciándose que el tiempo de recuperación también fue significativamente menor en los atletas tratados con PRP y láser. Se considera que esta diferencia es significativa desde el punto de vista estadístico y clínicamente relevante para los atletas profesionales de élite que participan en ligas muy competitivas con varios partidos a la semana. La mayoría de los estudios revisados anteriormente muestran un promedio de tiempo de recuperación para el desgarro muscular agudo grado 2 entre 3 y 4 semanas<sup>13,6,9</sup>. Por último, un hallazgo interesante del estudio, fue la diferencia en la recurrencia estadísticamente significativa entre los grupos ya que en el grupo 1 no hubo atletas que presentaran recurrencia en la lesión muscular en el periodo que duro la investigación, no así en el grupo 2 donde aparecieron 3 atletas con manifestaciones clínicas de recurrencia en la zona de la lesión anterior. Sin embargo, debido al pequeño número de recurrencias que obtuvimos en nuestro estudio, se necesitan estudios futuros que impliquen un mayor número de atletas para determinar con precisión si el PRP más láser tiene alguna ventaja con respecto a las recurrencias.

En esta investigación el criterio clínico y ecográfico evaluado por el grupo de traumatología del deporte fueron decisivos para la reincorporación del atleta al deporte.

## **CONCLUSIONES**

El estudio mostró que una sola inyección de PRP autólogo más laser combinado con un programa de rehabilitación, disminuye el dolor rápidamente, mejorando la actividad muscular de la zona lesionada. Todo ello acorta significativamente el tiempo de reincorporación a la práctica deportiva después de sufrir una lesión muscular aguda grado II, en comparación con la aplicación de laser más el programa de rehabilitación. La diferencia en la tasa de recurrencia durante los primeros 2 años después del tratamiento fue

estadísticamente significativa entre los grupos. Se puede afirmar que el PRP más el láser constituye una alternativa efectiva y segura en el tratamiento de las lesiones musculares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Hernández Ramírez P. Medicina regenerativa y células madre. Mecanismos de acción de las células madre. Rev. Cubana Hematol Inmunol Hemoter [revista en Internet] 2009 abril. [acceso 10 de junio de 2019] 25(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086402892009000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086402892009000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- 2-Anitua E, Alkhraisat MH, Orive G. Perspectives and challenges in regenerative medicine using plasma rich in growth factors. J Control Release. 2012; 157(1): 29-38.
- 3-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.
- 4-Hernández Díaz A. El láser Terapéutico en la práctica médica actual. La Habana: Editorial Científico-Técnica; 2007: 12-5,46-9,66-70,77-80.
- 5-Somosa R; Eficacia terapéutica del Láser en lesiones musculares traumáticas en el deporte. [tesis de diplomado] Instituto de Medicina del Deporte: Cuba; 1999.
- 6-Sanchez M, Anitua E, Andia I. Application of autologous growth factors on skeletal muscle healing. 2011. [accessed may 2 2019] Available at: [http://www.plateletrichplasma.com/pdf/Orthopedi PRP/Sports%20Medicine/66-Sanchez RegMed2005.pdf](http://www.plateletrichplasma.com/pdf/Orthopedi%20PRP/Sports%20Medicine/66-Sanchez%20RegMed2005.pdf).
- 7-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; 42(10): 2410-8.
- 8-Sanchez M, Anitua E, Azofra J, Aguirre JJ, 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.
- 9-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. Orthop J Sports Med. [published online] 2013; doi:10.1177/2325967113494354.
- 10-Heiderscheit B C, Sherry M A, Silder Amy, et al. Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation and Injury Prevention. J Orthop Sports Phys Ther. 2010; 40(2): 67-81.

- 11-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.
- 12-Menetrey J, Kasemkijwattana C, Day C, et al. Growth factors improve muscle. healing in vivo. *J Bone Joint Surg.* 2000; Br 82-B: 131-7.
- 13-Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz Jørgensen E, Hölmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2011; 39(11): 2296-303.

**Declaración de Autoría:**

Eduardo León Valdés: trabajo en el diseño del estudio, recogida de datos y análisis de los mismos, redacción del borrador original.

Ricardo Anillo Badía: participó en la conceptualización teórica, metodología, redacción y corrección.

**Declaración de conflicto de interés:**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.