

## La medicina regenerativa y sus vínculos con la medicina del deporte

### Regenerative medicine and its links with sports medicine

**Dra. Alicia Hernández-Hernández<sup>I</sup>, DrC. Ricardo Anillo-Badias<sup>I</sup>, Dra. Yahumara Castro-Gutiérrez<sup>I</sup>, Dr. Eduardo León-Valdés<sup>I</sup>, Dra. Aymara Baganet-Cobas<sup>II</sup>, Dra. Norma Fernández-Delgado<sup>II</sup>**

<sup>I</sup> Instituto de Medicina del Deporte, La Habana, Cuba

<sup>II</sup> Instituto de Hematología e Inmunología, La Habana, Cuba

---

#### RESUMEN

El objetivo fundamental de la medicina regenerativa es el desarrollo de nuevos métodos terapéuticos útiles para el reemplazo o reparación de tejidos, o bien para la promoción de su regeneración. Con estos métodos se han obtenido resultados muy prometedores en las alteraciones traumáticas y ortopédicas, tanto con el uso de células madre, fundamentalmente adultas, como con la utilización de plaquetas. La similitud de algunas de estas alteraciones con las atendidas por los médicos del deporte en atletas con lesiones secundarias a su entrenamiento o a su participación deportiva, ha hecho que estos procederes hayan creado buenas perspectivas en el campo de la Medicina del Deporte, pues se consideró que ellos podrían ser también de gran beneficio en el tratamiento de los deportistas lesionados. Hasta hace poco, el uso intramuscular de las plaquetas estaba totalmente prohibido por las autoridades deportivas, que consideraban este proceder una forma más de dopaje. Sin embargo, teniendo en cuenta que las inyecciones de plaquetas con fines terapéuticos no violan el espíritu del deporte, en el 2011 se eliminó esta prohibición. En la actualidad, el uso de las células madre con fines terapéuticos tampoco está incluido en la lista de prohibiciones de la Asociación Internacional Anti-Doping. Tomando en consideración estas decisiones, se estableció un convenio entre el Instituto de Medicina del Deporte y el Instituto de Hematología e Inmunología para dar los primeros pasos para la aplicación de estos novedosos métodos en la Medicina del Deporte.

**Palabras clave:** Medicina regenerativa, medicina del deporte, ortopedia, células madre, plaquetas, lesiones en deportistas.

---

## ABSTRACT

The main goal of regenerative medicine is the development of new therapeutic methods useful for the replacement or repair of tissues or to promote its regeneration. These methods have achieved promising results in trauma and orthopedic disorders, mainly with the use of adult stem cells, but also with the use of platelets. The similarity of some of these disorders with those seen by sports doctors in athletes with minor injuries due to their training or sports participation, have allowed these procedures to develop good perspectives in the field of sports medicine, as it was considered that they may also be of great benefit in the treatment of sports injuries. Until recently, the intramuscular use of platelets was completely forbidden by sports authorities who considered this approach another source of doping. However, taking into account that platelet injections for therapeutic purposes do not violate the spirit of sport, in 2011 the prohibition was removed. Currently, the use of stem cells for therapeutic purposes is also not included in the prohibited list of World Anti-Doping Agency. Considering these decisions, an agreement was established between the Institutes of Sports Medicine and Hematology and Immunology, in order to take the first steps to implement these new methods in Sports Medicine.

**Keywords:** Regenerative medicine, sports medicine, orthopedics, stem cells, platelets, sports injury.

---

## ANTECEDENTES

En los inicios de los años 80 del siglo pasado se identificaron las células madre embrionarias en ratones y posteriormente, en 1998, se obtuvieron las primeras células madre embrionarias de procedencia humana.<sup>1-3</sup> Las células madre embrionarias muestran una capacidad regenerativa pluripotencial; es decir, pueden dar lugar a células de todos los tejidos del organismo. Esto fue seguido por el conocimiento de que algunas células madre adultas podían regenerar también células de otros tejidos. Estos nuevos aportes contribuyeron al desarrollo progresivo de la rama de la medicina que hoy se conoce como *medicina regenerativa* y que constituyó un gran avance que fue calificado por algunos científicos como una revolución en medicina.<sup>4</sup>

Las investigaciones con el empleo de células madre avanzaron rápidamente, particularmente con el uso de las células madre adultas, teniendo en cuenta sus características y facilidad de obtención. Su aplicación se hizo en distintos modelos animales y se iniciaron ensayos clínicos en humanos en varias enfermedades que no

tenían mejores opciones terapéuticas. Los resultados prometedores observados en algunos de estos ensayos clínicos impulsaron aún más esta rama de la medicina.<sup>4- 6</sup>

La medicina regenerativa está apoyada en cuatro pilares principales. El primero está representado por la terapia celular regenerativa con los distintos tipos de células madre y el segundo por la administración de factores solubles bioactivos y citocinas, entre los que se encuentran los aportados por las plaquetas, y también los factores específicos recombinantes obtenidos mediante la biotecnología. El tercero está conformado por la ingeniería de tejidos, tanto la desarrollada *in vivo* como *in vitro*; y el cuarto sería el trasplante de genes, proceder mucho más complejo y de difícil aplicación en los seres humanos.<sup>7</sup>

Como concepto general se ha planteado, en una forma muy simple, que el objetivo fundamental de la medicina regenerativa es el desarrollo y la aplicación de nuevos métodos terapéuticos útiles para el reemplazo o reparación de tejidos o bien para la promoción de su regeneración.<sup>8</sup>

## **RELACIONES CON LA ORTOPEDIA**

Entre las experiencias obtenidas con estos métodos se destacan los resultados prometedores que se han observado en las alteraciones traumáticas y ortopédicas, tanto con el uso de células madre, fundamentalmente con las adultas, como con la utilización de plaquetas. Estos métodos regenerativos se han empleado para la consolidación de fracturas óseas, en quistes óseos, pseudoartrosis, osteonecrosis, artropatías degenerativas y en los desgarros musculares y tendinosos. La similitud de algunas de estas alteraciones con las atendidas por los médicos del deporte en atletas con lesiones secundarias a su entrenamiento o a su participación deportiva, hizo que estos procederes crearan buenas perspectivas en el campo de la medicina del deporte, pues se consideró que ellos podrían ser también de gran beneficio en el tratamiento de los deportistas lesionados.<sup>8-15</sup> De esta forma, se ampliaría mucho más el campo de la medicina regenerativa que se considera una especialidad integral, pues para su aplicación, en la mayoría de los casos se requiere una participación multidisciplinaria, como por ejemplo: de medicina interna, cirugía, ortopedia, hematología, inmunología, bioquímica, biología y otras más a las que se incorporaría la medicina del deporte.

## **ESTUDIOS PRECLÍNICOS Y EXPERIMENTALES. APORTES DE LA MEDICINA VETERINARIA**

Existen referencias sobre los resultados conseguidos en estudios hechos en modelos animales de lesiones osteomioarticulares, entre los que se destaca la rápida osificación de fracturas provocadas en diferentes huesos del organismo y aunque en general se han comportado de forma similar en los distintos animales de experimentación, se ha señalado que como modelos, los animales pequeños como ratas y conejos son menos prácticos que los animales mayores, como ovejas, perros y caballos. Sin embargo, por razones de facilidad y también económicas se han seguido utilizando los animales pequeños.<sup>9, 16-20</sup>

Datos de gran interés han sido aportados por la medicina veterinaria, pues se han comunicado resultados muy favorables en el tratamiento de animales afectivos como gatos y perros y también en caballos lesionados durante competencias deportivas. Los caballos de competencias generalmente están sometidos a actividades físicas fuertes,

por lo que se podrían considerar un modelo adecuado de la gran sobrecarga mecánica que habitualmente enfrentan los atletas.<sup>20, 21</sup>

En un estudio reciente se evaluó la efectividad del tratamiento con células mononucleares derivadas de la médula ósea, asociadas con plasma rico en plaquetas (PRP) autólogas, en 13 caballos utilizados en competencias deportivas que tenían lesiones músculo esqueléticas por sobrecarga (lesión del ligamento suspensorio y del tendón del flexor superficial) refractarias a otros tipos de tratamientos. Ambos componentes biológicos se inyectaron directamente en el sitio de la lesión mediante control ecográfico. Este tratamiento produjo resultados realmente impresionantes pues los animales mejoraron notablemente y un alto porcentaje (84,6 %) logró recuperarse e incorporarse nuevamente a las competencias. Estos resultados tan prometedores han permitido sugerir que la asociación de células madre con plaquetas también pudiera ser útil en el tratamiento de los atletas con lesiones músculo esqueléticas intensas secundarias a la sobrecarga física a que han estado sometidos, y apoyan fuertemente el valor de la medicina regenerativa para el tratamiento de tejidos lesionados. <sup>21</sup>

## **APLICACIÓN EN MEDICINA DEL DEPORTE**

Todos los antecedentes antes expuestos contribuyeron a la proposición de la integración de la medicina regenerativa, la ortopedia y la medicina del deporte.

Es conocida la frecuencia con que los médicos del deporte se tienen que enfrentar a lesiones sufridas por los deportistas activos y también a la atención en los atletas de procesos degenerativos articulares como secuelas de lesiones previas. La reparación de los daños producidos por lesiones músculo esqueléticas frecuentemente es lenta y a veces incompleta.

En los atletas, estas lesiones tienen un gran impacto sobre sus vidas y sus actividades físicas y por tanto es de importancia capital lograr una recuperación rápida y eficiente que les permita reincorporarse a los niveles previos de sus actividades deportivas.

Hasta hace muy poco, muchas de estas alteraciones eran eminentemente quirúrgicas. Sin embargo, desde fecha reciente los métodos regenerativos se han ido abriendo paso en el tratamiento de los deportistas lesionados, bien como complemento del tratamiento quirúrgico o como aplicación independiente. Estos procederes han ido ganando espacio teniendo en cuenta que muchas veces puede evitarse la intervención quirúrgica que siempre es más compleja, agresiva y costosa.<sup>13</sup>

Entre las alteraciones en que se han obtenido buenos resultados con la aplicación de la terapia regenerativa se encuentran diferentes lesiones osteomioarticulares, entre ellas: lesiones de cartílagos, ligamentos y músculos, epicondilitis lateral y desgarros del manguito de rotación de la articulación del hombro, del ligamento cruzado anterior y del tendón de Aquiles. En la lesión del manguito rotador de la articulación del hombro se han utilizado diversas técnicas quirúrgicas para su reparación, que en general no han resultado totalmente efectivas pues después de la reparación no se produce una buena cicatrización del manguito en su sitio de inserción en el húmero. Este hecho se considera un verdadero reto terapéutico, ya que hay que lograr que un material blando como es el tendón se fije a un material duro como es el hueso. Este tipo de cicatrización falla con mucha frecuencia debido a que no se logra una regeneración efectiva de esta estructura especializada. Sin embargo, en estudios preclínicos

efectuados en modelos de animales pequeños se ha visto que la inyección de células madre mesenquimales en el sitio de la lesión después de la reparación del manguito rotador, mejora precozmente los resultados en el periodo postoperatorio. En este tipo particular de lesión es aconsejable buscar una solución que sea muy poco invasiva y que permita la mayor recuperación posible. Los resultados antes referidos han abierto nuevas perspectivas para el tratamiento regenerativo de esta lesión.<sup>22-25</sup>

En los últimos años ha ido aumentando progresivamente el interés en la aplicación de células madre, factores bioactivos autólogos y de la ingeniería de tejidos para el tratamiento de tejidos dañados o perdidos como consecuencia de lesiones ocurridas durante prácticas deportivas. Las células madre que se han usado para tratar estas lesiones han sido usualmente células madre adultas autólogas, particularmente las hematopoyéticas y las mesenquimales, teniendo en cuenta la experiencia que ya se tenía con ellas en el tratamiento de varias enfermedades.

Para ampliar la capacidad regenerativa de las células madre, ellas se han usado en varias investigaciones asociadas con soportes, llamados andamios biológicos, que contribuyen a su implantación y a sus acciones en el microambiente seleccionado. Una de las acciones de estas células madre es su efecto paracrino que se produce mediante la secreción de diferentes sustancias bioactivas que contribuyen de forma importante a la regeneración de los tejidos dañados.<sup>7</sup>

En ortopedia y cirugía maxilofacial se han usado con frecuencia como soportes biológicos: hidroxiapatita, hueso finamente triturado, o gel de fibrina. Esta combinación representa un ejemplo de la ingeniería de tejidos *in vivo*.<sup>4</sup>

Un hecho que ha contribuido a simplificar aún más el tratamiento de las lesiones deportivas es la incorporación relativamente reciente del uso local de plaquetas, fuente natural de diversos factores bioactivos, obtenidas del propio lesionado. En los últimos tiempos se ha ido ampliando el conocimiento de que el tratamiento local con plaquetas tiene la capacidad de acelerar la cicatrización de los tejidos dañados, lo que consecuentemente ha despertado un gran interés por su aplicación en las lesiones músculo esqueléticas sufridas por los deportistas y que se ha basado en dos puntos principales: la facilidad para la obtención y administración de las plaquetas y los resultados favorables obtenidos en el tratamiento de algunas de las lesiones que con frecuencia se pueden presentar.<sup>13-15</sup> Algunas de estas lesiones, por sus características y frecuencia, se han calificado con términos específicos, tales como: hombro del lanzador de béisbol, del nadador, del gimnasta, codo del lanzador de béisbol, del golfista, del tenista, del gimnasta, dedo del basquetbolista, dedo en resorte del esgrimista, espalda del ciclista, rodilla del saltador, tobillo del futbolista, pie del futbolista.

En la práctica clínica este tratamiento regenerativo ha sido útil en saltadores con tendinitis rotuliana, en los que el PRP se inyectó en el sitio de la tendinopatía en 3 ocasiones diferentes, separadas 2 semanas entre sí. Con este proceder se consiguieron resultados clínicos muy favorables en comparación con un grupo control en que solo se usaron los procedimientos fisioterapéuticos habituales. Estos efectos evidenciaron que las inyecciones locales de PRP tienen la potencialidad de obtener una respuesta clínica satisfactoria, aun en casos difíciles con tendinopatía crónica refractaria.<sup>26,27</sup>

Hasta hace poco el uso intramuscular de las plaquetas estaba totalmente prohibido por las autoridades deportivas que consideraban este proceder una forma más de dopaje.

En el 2008 se efectuó una reunión internacional convocada por la Asociación Internacional Anti-Doping (WADA por las siglas en inglés de *World Anti-Doping Agency*) y el Comité Olímpico Internacional (IOC, por las siglas en inglés de *International Olympic Committee*) para discutir posibles conflictos con el Código WADA. En esta reunión se analizó el uso del PRP en las lesiones musculares, su relación con la medicina basada en la evidencia y el dopaje. Las recomendaciones emitidas por consenso fueron ambiguas y la decisión fue relegada en espera de futuras investigaciones. En el 2010, las inyecciones intramusculares de PRP estaban incluidas en la lista de prohibiciones existentes. Finalmente, después de una amplia discusión, la WADA esclareció que los preparados de PRP no aumentan el crecimiento muscular más allá de su estado fisiológico normal, y teniendo en cuenta que las inyecciones de PRP realizadas con fines terapéuticos no violan el espíritu del deporte, en el 2011 se eliminó esta prohibición.<sup>15,28</sup>

En relación con este tema los medios masivos de comunicación han informado que durante el campeonato mundial de fútbol celebrado en Sudáfrica en el 2010 se aprobó por la Federación Internacional de Asociaciones de Fútbol (FIFA, por las siglas en francés de *Fédération Internationale de Football Association*) la inyección intramuscular de plaquetas en un jugador lesionado y con un desgarro muscular en la pierna izquierda. Se señaló que este tratamiento no constituía dopaje cuando se utiliza para el tratamiento de lesiones y se informa con anticipación al organismo competente. En este caso, las plaquetas obtenidas del propio jugador, por tanto autólogas, se inyectaron en el tejido dañado y se comentó que a los pocos días el deportista había mejorado notablemente.<sup>29</sup>

Otro ejemplo de estos beneficios se divulgó también por los medios de comunicación masiva en junio del 2011, cuando un lanzador de las grandes ligas del béisbol en los EE. UU recibió en su brazo de lanzar un tratamiento con células madre adultas autólogas, obtenidas de la médula ósea, que fueron inyectadas en el codo y en el hombro para tratar una lesión del ligamento y un desgarro del manguito rotador. También se comentó que con este tratamiento el pelotero mejoró notablemente y pudo más tarde incorporarse nuevamente al deporte.<sup>30</sup>

Sin embargo, ni la Dirección del Béisbol de Grandes Ligas ni la WADA asumieron en ese momento posición alguna sobre el uso de los tratamientos con células madre. Una interpretación que se puede dar a esa actitud es que se consideró que las células madre se usaron con fines terapéuticos y de rehabilitación. Esto estaría en consonancia con el hecho de que en la Lista de Prohibiciones de 2012 de la WADA, emitida el 24 de agosto de 2011 para surtir efecto a partir del 1 de enero de 2012, no aparecen entre las prohibiciones ni el uso de las células madre ni tampoco del factor estimulador de colonias de granulocitos (G-CSF, del inglés *Granulocyte Colony Stimulating Factor*) que se emplea para movilizar las células madre hematopoyéticas adultas de la médula ósea a la sangre periférica.<sup>31</sup> Las preparaciones derivadas de plaquetas fueron eliminadas de la Lista en consideración a la falta de evidencia acerca de su uso con el objetivo de aumentar el rendimiento deportivo y también porque tampoco han demostrado ninguna capacidad ergogénica más allá de un potencial efecto terapéutico.

Estos criterios se reflejan también en las últimas consideraciones publicadas en la Lista de Sustancias Prohibidas de 2013, emitida en octubre de 2012, y válida a partir del 1 de enero de 2013. Sin embargo, en este documento sí se indica que está prohibida la administración intravenosa de preparaciones derivadas de plaquetas y el empleo individual de factores estimuladores de crecimiento purificados, entre ellos, el factor

estimulador de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF, del inglés *Platelet-Derived Growth Factor*). El uso de células normales, que incluyen a las células madre, solo está prohibido si ellas se utilizan como vectores para un trasplante genético con la potencialidad de mejorar el rendimiento deportivo, pues entonces constituiría una forma de dopaje genético.<sup>32</sup>

Por tanto, tomando estos datos en su conjunto se puede señalar que la administración de células madre y de plaquetas realizada con fines terapéuticos en los sitios lesionados, no viola el espíritu del deporte y no representa una forma de dopaje.

## **INTRODUCCIÓN EN CUBA**

Ante las prometedora perspectivas que se han abierto con estos procedimientos regenerativos, y tomando en consideración que el uso de células madre y de plaquetas para el tratamiento de lesiones ocurridas en deportistas ya no se consideraba un acto de dopaje, se estableció un convenio entre el Instituto de Medicina del Deporte y el Instituto de Hematología e Inmunología (IHI) para dar los primeros pasos para la aplicación de estos novedosos métodos en la atención de los deportistas lesionados. Se redactaron los primeros proyectos de investigaciones conjuntas y se atendieron los primeros pacientes, fundamentalmente con lesiones crónicas mantenidas que no habían respondido al tratamiento convencional y que evolucionaron favorablemente con la terapia regenerativa.

Todos los datos referidos apoyan el reciente criterio de que la medicina regenerativa puede también convertirse en un método revolucionario para el tratamiento de las lesiones osteomioarticulares sufridas por los deportistas y ha estimulado al incremento de su utilización. Por otra parte, apoyan la necesidad de ampliar los estudios para que se puedan obtener más evidencias de la efectividad de estos nuevos tratamientos que pueden contribuir, no solo a mejorar el estado de salud de los deportistas, sino también su calidad de vida y a una reincorporación plena a sus actividades deportivas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Osquel Barroso, de la WADA, por su colaboración en la evaluación de este artículo y sus valiosas sugerencias. También agradecemos al Prof. DrC. Porfirio Hernández-Ramírez, del IHI, su ayuda en la redacción del trabajo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Hernández Ramírez P, Dorticós Balea E. Medicina regenerativa: Células madre embrionarias y adultas. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter [en Internet]. 2004 Dic ; 20(3): Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892004000300001&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892004000300001&lng=es). (visitado 17/06/2012)

2. Verfaillie CM , Pera MF , Lansdorp PM. Stem Cells: Hype and reality. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*.2002:369-91.
3. Thomson JA , Itskovitz-Eldor J, Shapiro SS, Waknitz MA, Swiergiel JJ, Marshall VS, et al .Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science*. 1998 Nov 6; 282(5391):1145-7.
4. Hernández Ramírez P. Medicina regenerativa II: Aplicaciones, realidad y perspectivas de la terapia celular. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter* [en Internet]. 2006 Abr; 22(1): Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892006000100002&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892006000100002&lng=es), [visitado 11/08/ 2012 ]
5. Parmacek MS, Epstein JA. Pursuing cardiac progenitors: regeneration redux. *Cell* 2005;120:295-8.
6. Körbling M, Estrov Z. Adult stem cells for tissue repair. A new therapeutic concept? *N Engl J Med* 2003 Aug 7; 349 (6):570-82.
7. Hernández Ramírez P. Medicina regenerativa y células madre. Mecanismos de acción de las células madre adultas. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter* [en Internet]. 2009 Abr; 25(1): Disponible en:[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892009000100002&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892009000100002&lng=es). [visitado 11/08/2012 ]
8. Corsi KA, Schwarz EM, Mooney DJ, Huard JJ. Regenerative medicine in orthopaedic surgery. *Orthop Res* 2007 Oct; 25(10):1261-8.
9. Moran CJ, Barry FP, Maher SA, Shannon FJ, Rodeo SA. Advancing regenerative surgery in orthopaedic sports medicine: the critical role of the surgeon. *Am J Sports Med*.2012 Apr; 40(4):934-44.
10. Khan W S., Johnson D S., Hardingham DS. «The potential use of stem cells for knee articular cartilage repair,» *Knee*, 2010 Dec; 17 (6) 36974.
11. Jaiswal P K. Wong K, Khan W S. Operative treatment of knee cartilage injuries: a review of the current literature on non-cell-based and cell-based therapies. *Brit J Med Medic Res*. 2011; 1(4); S16S37.
12. Alwattar BJ, Schwarzkopf R, Kirsch T. Stem cells in orthopaedics and fracture healing. *Bull NYU Hosp Jt Dis*.2011; 69(1):6-10.
13. Kon E, Filardo G, Di Martino A, Marcacci M. Platelet-rich plasma (PRP) to treat sports injuries: evidence to support its use. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.2011 Apr; 19 (4):516-27.
14. Bava ED, Barber FA. .Platelet-rich plasma products in sports medicine. *Phys Sportsmed*. 2011 Sep; 39 (3):94-9.

15. Mei-Dan O, Lippi G, Sánchez M, Andia I, Maffulli N. Autologous platelet-rich plasma: a revolution in soft tissue sports injury management? *Phys Sportsmed*.2010 Dec; 38 (4):127-35.
16. Sah RL, Ratcliffe A. Translational models for musculoskeletal tissue engineering and regenerative medicine. *Tissue Eng Part B Rev*.2010 Feb; 16(1):1-3.
17. Nguyen RT, Borg-Stein J, McInnis K. Applications of platelet-rich plasma in musculoskeletal and sports medicine: an evidence-based approach. *PM R*.2011 Mar; 3 (3):226-50.
18. Arnoczky SP, Cook JL, Turner AS. Animal models for studying meniscal repair and replacement: what they can and cannot tell us. *Tissue Eng Part B Rev*. 2010; 16(1):31-39.
19. Fortier LA, Barker JU, Strauss EJ, McCarrel TM, Cole BJ. The role of growth factors in cartilage repair. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469:2706-15.
20. Guercio A, Di Marco P, Casella S, Cannella V, Russotto L, Purpari G, et al . Production of canine mesenchymal stem cells from adipose tissue and their application in dogs with chronic osteoarthritis of the humeroradial joints. *Cell Biol Int*.2012 Feb 1; 36 (2):189-94.
- 21.Torricelli P, Fini M, Filardo G, Tschan M, Pischedda M, Pacorini A, et al. Regenerative medicine for the treatment of musculoskeletal overuse injuries in competition horses. *Int Orthop*.2011 Oct; 35 (10):1569-76.
22. Jackson DW. The orthopaedic clinician-scientist. . *J Bone Joint Surg Am*. 2001 Jan ; 83(1):131-5.
23. Khan Y, Yaszemski MJ, Mikos AG, Laurencin CT. Tissue engineering of bone: material and matrix considerations. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Feb; 90(Suppl 1):36-42.
24. Gulotta LV, Kovacevic D, Packer JD, Deng XH, Rodeo SA. Bone marrow-derived mesenchymal stem cells transduced with scleraxisimprove rotator cuff healing in a rat model. *Am J Sports Med*.2011 Jun; 39(6):1282-9.
25. Kovacevic D, Rodeo SA. Biological augmentation of rotator cuff tendon repair. *Clin Orthop Relat Res*. 2008; 466(3):622-33.
26. Marcacci M, Filardo G, Kon E, Della Villa S, Vincentelli F, Fornasari PM. Use of platelet-rich plasma for the treatment of refractory jumper's knee. 2010 Aug; 34(6):909-15.
27. FONT COLOR="#0000ff">>Kon E, Filardo G, Delcogliano M, Presti ML, Russo A, Bondi A, et al. Platelet-rich plasma: new clinical application: a pilot study for treatment of jumper's knee. 2009 Jun; 40(6):598-603.
28. WORLD ANTI-DOPING AGENCY. Health, Medical & Research (HMR) Committee Meeting Minutes September 2ND-3rd, 2010. Disponible en: <http://www.wada->

[http://www.wada-ama.org/Documents/About\\_WADA/HealthMedicalResearchCommittee\\_Minutes/WADA\\_HMR\\_Committee\\_Minutes\\_2010\\_09.pdf](http://www.wada-ama.org/Documents/About_WADA/HealthMedicalResearchCommittee_Minutes/WADA_HMR_Committee_Minutes_2010_09.pdf) (Visitado 17-08-2012)

29. Vanguardia. FIFA acepta tratamiento con plaquetas a Humberto Suazo. Disponible en: <http://www.vanguardia.com.mx/fifaaceptatratamientoconplaquetasahumbertosuazo-507710.html> ( Visitado 10/08/2012)

30. Notifam. Tratamiento con células madre adultas lleva de regreso al montículo a lanzador de las Grandes Ligas. Disponible en: <http://notifam.net/index.php/archives/4997/> (Visitado 10/08/2012)

31. WORLD ANTI-DOPING AGENCY The 2012 Prohibited List International Standard. Disponible en :[http://www.wada-ama.org/Documents/World\\_Anti-Doping\\_Program/WADP\\_Prohibited-list/2012/WADA-Prohibited-List-2012-EN.pdf](http://www.wada-ama.org/Documents/World_Anti-Doping_Program/WADP_Prohibited-list/2012/WADA-Prohibited-List-2012-EN.pdf) . ( Visitado 10/08/2012)

32. WORLD ANTI-DOPING AGENCY The 2013 Prohibited List International Standard. Disponible en :[http://www.wada-ama.org/Documents/World\\_Anti-Doping\\_Program/WADP\\_Prohibited-list/2013/WADA-Prohibited-List-2013-EN.pdf](http://www.wada-ama.org/Documents/World_Anti-Doping_Program/WADP_Prohibited-list/2013/WADA-Prohibited-List-2013-EN.pdf) (Visitado 10/10/2012)

Recibido: Septiembre 30,2012

Aceptado: Octubre 31, 2012

**Dra. Alicia Hernández-Hernández.**

Instituto de Medicina del Deporte. La Habana,  
Cuba. Email: [phernandez@hemato.sld.cu](mailto:phernandez@hemato.sld.cu)