CAPÍTULO 3

Medicina Regenerativa en Lesiones Deportivas

Regenerative Medicine in Sports Injuries

Camilo Alberto Camargo Puerto
CIEDES Hospital Universitario San Rafael de Tunja
https://orcid.org/0000-0002-9607-1692
dc.camilocamargo@gmail.com

Martín Hernán Bonilla Obando
CIEDES Hospital Universitario San Rafael de Tunja
https://orcid.org/0000-0001-6577-0127
mhbonilla@uniboyaca.edu.co

Raúl Yesid Rodríguez Mayorga
CIEDES Hospital Universitario San Rafael de Tunja
https://orcid.org/0000-0002-2605-2461
raurodriguez@uniboyaca.edu.co

Resumen

Los ortobiológicos son terapias desarrolladas a partir de sustancias biológicas (naturales) que pueden ser utilizadas por especialistas para ayudar a aliviar el dolor y otros síntomas de ciertas patologías osteo–musculo-articulares, con lo que se busca mejorar la clínica del paciente y lo que puede ayudar a retrasar la necesidad de cirugía, también se ha usado con el fin de mejorar la respuesta fisiológica y la capacidad del cuerpo para tener mejores resultados entorno de una lesión como una distensión de ligamentos o tendones, lesiones de cartílago o fracturas con lo que se busca estimular los distintos factores de crecimientos del tejidos óseo, muscular y articular para mejorar los resultados clínicos, proponer un proceso de curación y favorecer los resultados a corto, mediano y largo plazo evaluado mediante una mejoría de la calidad de vida de los

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Camargo Puerto CA, Bonilla Obando MH, Rodríguez Mayorga RY. Medicina regenerativa en lesiones deportivas. En: Calero Saa PA, editor. *Elementos básicos de la rehabilitación deportiva: una mirada multidisciplinaria. Tomo III: rehabilitación y readaptación deportiva*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2026. p. 179-196. https://doi.org/10.35985/9786287914179.3

pacientes, la satisfacción sobre el control sintomatológico de su enfermedad, un mayor rango en los arcos de movimiento de las distintas estructuras musculares y articulares, disminuyendo la tasa de recidivas y manteniendo una baja posibilidad de nuevas intervenciones quirúrgicas.

Estas terapias deben ser administradas por médicos especializados en el tema y que tengan experiencia y práctica para realizar este tipo de procedimientos, adicionalmente, se propone el uso de elementos biomédicos como la ecografía con lo que se busca facilitar la identificación de las distintas zonas y estructuras anatómicas para tener certeza del lugar en el que se aplica disminuyendo el riesgo de complicaciones o secuelas y, mejorando los resultados de estos procedimientos.

Palabras clave: Medicina Regenerativa, Traumatismos en Atletas, Plasma Rico en Plaquetas.

Abstract

Orthobiologics are therapies developed from biological (natural) substances that can be used by specialists to help relieve pain and other symptoms of certain osteo-musculo-articular pathologies, which seeks to improve the patient's clinical picture and which can help delay the need for surgery. It has also been used to improve the physiological response and the body's ability to have better results in the environment of an injury such as a ligament or tendon sprain, cartilage injuries or other injuries. It seeks to stimulate the different growth factors of bone, muscle and joint tissues to improve clinical results. They propose a healing process and favor short, medium and long-term results evaluated by an improvement in the quality of life of patients, satisfaction with the symptomatic control of their disease, a greater range in the arcs of movement of the different muscular and joint structures, decreasing the rate of recurrences and maintaining a low possibility of new surgical interventions.

These therapies must be administered by doctors who are specialized in the subject and have experience and practice in performing this type of procedure. Additionally, the use of biomedical elements such as ultrasound is proposed, which seeks to facilitate the identification of the different areas and anatomical structures to be certain of the place where it is applied, reducing the risk of complications or sequelae and improving the results of these procedures.

Keywords: *Regenerative Medicine, Athletic Injuries, Platelet-Rich Plasma.*

Los ortobiológicos son agentes biológicos aplicados a las lesiones musculo esqueléticas, generalmente en forma de inyección guiada por ecografía (US), para reducir el dolor y facilitar la curación. Dichos agentes incluyen plasma rico en plaquetas, toxina botulínica y proloterapia. Estas sustancias se utilizan para tratar una variedad de problemas musculoesqueléticos, como tendinopatías, osteoartritis (OA) y lesiones musculares agudas, y su uso es cada vez más relevante tanto para grupos de edad jóvenes como mayores. Las patologías musculoesqueléticas, incluida la artritis, las molestias articulares y las lesiones traumáticas, están aumentando en prevalencia en los Estados Unidos, especialmente a medida que la población envejece (1, 2).

Plasma Rico en Plaquetas

El plasma rico en plaqueta ha ganado popularidad debido a su proceso de preparación simplificado y la ausencia de modificaciones bioquímicas, además contiene muchos tipos de factores de crecimiento, como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF-a/b y c), el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), el factor de crecimiento de hepatocitos (HGF), el factor de crecimiento epidérmico (EGF), el factor de crecimiento del tejido conectivo (CTGF), el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) y el factor de crecimiento transformante β1 (TGF-β1). Estos factores de crecimiento se transforman en etapas activas después de la activación plaquetaria y tienen muchas funciones, como la mediación de la proliferación y el crecimiento celular, la angiogénesis, la cicatrización de heridas y el metabolismo óseo, lo cual le ha generado un potencial terapéutico en la medicina regenerativa, especialmente en la regeneración musculoesquelética, lo que significa que tienen aplicaciones clínicas prometedoras. Además, muchos estudios han informado que la PRF tiene un efecto positivo no solo en las lesiones musculoesqueléticas sino también en otros campos, como las úlceras diabéticas, la cirugía estética, la cirugía maxilofacial y la cirugía cardíaca (3, 4).

Entre sus componentes se distingue por su matriz de fibrina, que contiene una cantidad concentrada de plaquetas, factores de crecimiento, citocinas y otras moléculas bioactivas. Además, las plaquetas son las células primarias responsables de la actividad biológica de este producto, las cuales son células multifuncionales que no solo contribuyen a la coagulación, sino que también tienen un impacto significativo en las respuestas inmunitarias, la cicatrización de heridas y la regeneración tisular. Estas se almacenan mediante tres tipos de partículas (alfa, delta y lambda) ubicadas dentro de las plaquetas. Los gránulos

alfa son los más abundantes y contienen fibrinógeno, inmunoglobulinas y factores de crecimiento, que se liberan a través de la exocitosis cuando se activan las plaquetas y son responsables de regenerar los tejidos blandos y duros después de una lesión. Los gránulos delta contienen difosfato de adenosina, activador del plasminógeno tisular, serotonina y menos gránulos lambda que contienen enzimas lisosomales, motivo por el cual ayudan a la regeneración de tejidos de tipo osteoarticular (5).

Como resultado, estas terapias se utilizan en el tratamiento de afecciones musculoesqueléticas, como lesiones condrales, tendinopatías, regeneración tisular y otras lesiones relacionadas con el deporte (6 - 8). Además de esto, sus aplicaciones se han ampliado para incluir los campos de la cirugía estética reconstructiva, la cicatrización de heridas en pacientes diabéticos y las cirugías maxilofaciales, donde ha demostrado beneficios y efectos favorables (9, 10).

Lisado de Plaquetas

Un lisado de plaquetas implica la preparación de un concentrado de plaquetas con factores de crecimiento plaquetario a partir del gránulo alfa y su reconstitución en plasma. Luego, el plasma se filtra y se crea un plasma rico en factores de crecimiento. Esto se ha utilizado ampliamente en cultivos celulares, especialmente en cultivos de células madre mesenquimales (MSC), como reemplazo del suero bovino fetal. Esta preparación acelular es rica en moléculas bioactivas derivadas de plaquetas, incluidos factores de crecimiento, formulada mediante la lisis de plaquetas (11).

Se ha encontrado que estudios in vitro han demostrado el potencial del lisado plaquetario como una alternativa no xenogénica al suero bovino fetal para cultivar células madre mesenquimales (MSC), cultivadas y/o expandidas para evaluar su potencial para aplicaciones de medicina regenerativa, incluido el manejo de la OA de la rodilla, donde se evidenció que puede promover la proliferación de condrocitos e inhibir la apoptosis, mejorar el metabolismo de la matriz del cartílago y promover la reparación del cartílago, y aumentar la autofagia de los condrocitos y mejorar la senescencia. Adicionalmente, la administración de estos biológicos resultaron en una restauración significativa de la alodinia mecánica, hiperalgesia térmica y comportamiento relacionado con el dolor (actividad espontánea y parámetros de la marcha) hacia niveles normales en comparación con los niveles del modelo, demostrando una reversión significativa en la degeneración del cartílago articular (evaluada a través del número de condrocitos, masa de la matriz de colágeno y superficie

del cartílago), con puntuaciones de Mankin y OARSI (The Osteoarthritis Research Society International) significativamente reducidas de manera dependiente de la dosis (12, 13).

Este grupo farmacológico puede usarse y ha mostrado beneficios en muchas patologías osteoarticulares dentro de las que se incluyen desgarros del manguito rotador, síndrome de pinzamiento del hombro, epicondilitis del codo, reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), tendinopatía rotuliana, tendinopatía aquílea y reparación quirúrgica de rotura aguda del tendón de Aquiles, entre otras (14, 15).

Terapia con Exosomas

Los exosomas son vesículas extracelulares de pequeño tamaño (30-150 nm) derivadas de células madre mesenquimales (MSCs) y otros tipos celulares. En los últimos años, han despertado un gran interés en la medicina regenerativa debido a su capacidad para modular la inflamación, estimular la regeneración tisular y mejorar la reparación de tejidos dañados. En el ámbito de las patologías osteomusculares y articulares, los exosomas han emergido como una alternativa prometedora a las terapias convencionales, incluyendo el plasma rico en plaquetas (PRP) y el ácido hialurónico (HA) (16).

Los exosomas pueden ser obtenidos de diferentes fuentes celulares, incluyendo MSCs derivadas de médula ósea, tejido adiposo y cordón umbilical. Es fundamental utilizar técnicas de aislamiento y purificación estandarizadas para garantizar su calidad y eficacia (17); La principal vía de administración en patologías articulares es la infiltración intraarticular. También se han evaluado otras rutas, como la administración intravenosa y peritendinosa, dependiendo de la condición tratada (18).

Los exosomas ejercen su acción terapéutica a través de múltiples mecanismos celulares y moleculares, lo que explica su eficacia en la reparación y regeneración de tejidos articulares, sin embargo, aún se desconocen gran parte de sus mecanismos de acción in vivo (18, 19):

- ***Modulación de la Respuesta Inflamatoria***: Los exosomas derivados de MSCs contienen microARNs (miRNAs) y proteínas que inhiben la expresión de citoquinas proinflamatorias como IL-1β, TNF-α e IL-6, promoviendo un ambiente antiinflamatorio dentro de la articulación.
- ***Estimulación de la Regeneración Cartilaginosa:*** Estudios han demostrado que los exosomas pueden inducir la proliferación y

diferenciación de condrocitos, favoreciendo la producción de colágeno tipo II y proteoglicanos esenciales para la estructura del cartílago (20).

- ***Efecto Analgésico:*** Los exosomas han demostrado disminuir la activación de nociceptores y reducir la sensibilización periférica del dolor, ofreciendo un alivio prolongado en pacientes con osteoartritis (17 - 20).
- ***Interacción con la Matriz Extracelular***: Los exosomas mejoran la homeostasis de la matriz extracelular al reducir la actividad de metaloproteinasas (MMPs) y favorecer la deposición de proteínas estructurales (17 - 20).
- ***Estimulación de la Angiogénesis***: Promueven la formación de nuevos vasos sanguíneos, lo que mejora la nutrición y oxigenación del tejido dañado, favoreciendo la reparación tisular (17 - 20).

Los usos clínicos de los exosomas están en creciente aumento, pero son muy limitados debido a la falta de estudios solidos que respalden su uso. La administración intraarticular de exosomas ha mostrado efectos beneficiosos en la reducción del dolor y la inflamación en pacientes con Osteoartritis (OA) de rodilla y cadera, en comparación con las infiltraciones de ácido hialurónico y PRP, los exosomas han demostrado una mayor capacidad regenerativa y efectos más duraderos (17 - 20).

El uso de exosomas en defectos focales del cartílago ha mostrado resultados prometedores, facilitando la regeneración del tejido articular y reduciendo la degeneración progresiva de la articulación. Los exosomas han sido investigados en el tratamiento de tendinopatías crónicas y lesiones musculares. Se ha observado que mejoran la organización de las fibras de colágeno y reducen la fibrosis, favoreciendo la recuperación funcional del tejido afectado. Los exosomas han sido utilizados en el postoperatorio de cirugías ortopédicas con el objetivo de reducir la inflamación y mejorar la reparación tisular. En atletas, han mostrado acelerar la recuperación de lesiones osteomusculares, permitiendo un reintegro más rápido a la actividad deportiva (21 – 23).

La dosificación óptima aún está en fase de investigación, aunque estudios sugieren que una administración de 2 a 3 infiltraciones separadas por semanas podría ser efectiva en el tratamiento de la osteoartritis. Los exosomas han mostrado un perfil de seguridad favorable, con una baja incidencia de reacciones adversas. No obstante, se requiere más investigación para establecer su seguridad a largo plazo. La terapia con exosomas representa una de las estrategias más innovadoras en la medicina regenerativa para el tratamiento

de patologías osteomusculares y articulares, su capacidad para modular la inflamación, promover la regeneración del cartílago y mejorar la función articular la convierte en una opción terapéutica con un enorme potencial clínico; Sin embargo, se requieren estudios adicionales para estandarizar sus protocolos de administración y evaluar su eficacia a largo plazo (21 – 23).

Ácido Hialurónico

El ácido hialurónico (AH) es un polisacárido de alto peso molecular compuesto por unidades repetitivas de ácido D-glucurónico y N-acetil-D-glucosamina. Se encuentra de manera natural en el líquido sinovial, donde desempeña un papel crucial en la lubricación, amortiguación de cargas y mantenimiento de la homeostasis articular. Su uso terapéutico ha cobrado relevancia en el tratamiento de diversas patologías osteomusculares y articulares, especialmente en la osteoartritis (OA), tendinopatías y lesiones cartilaginosas (24).

El AH ejerce su efecto terapéutico a través de múltiples mecanismos de acción, lo que explica su eficacia en diversas patologías articulares y osteomusculares (25, 26):

- ***Viscosuplementación:*** La administración exógena de AH restaura la viscoelasticidad del líquido sinovial, facilitando el movimiento articular y reduciendo la fricción entre las superficies cartilaginosas.
- ***Acción antiinflamatoria:*** Modula la respuesta inflamatoria al inhibir la actividad de citoquinas proinflamatorias como la interleucina-1 (IL-1) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α). Estudios han demostrado que reduce la migración leucocitaria y la producción de óxido nítrico (NO), lo que contribuye a un entorno menos inflamatorio en la articulación.
- ***Efecto analgésico:*** Actúa sobre los receptores del AH (CD44 y RHAMM) en los condrocitos y sinoviocitos, lo que disminuye la sensibilidad de los nociceptores y reduce la percepción del dolor en pacientes con osteoartritis.
- ***Protección y regeneración del cartílago:*** Disminuye la degradación de la matriz extracelular al inhibir la acción de metaloproteinasas (MMPs) y otras enzimas proteolíticas. Además, promueve la proliferación de condrocitos y la síntesis de proteoglicanos y colágeno tipo II, esenciales para la integridad estructural del cartílago.
- ***Estimulación de la síntesis de AH endógeno:*** Su administración intraarticular estimula la producción de AH autólogo por parte de los sinoviocitos, prolongando sus efectos terapéuticos.

La osteoartritis (OA) es la patología más estudiada en relación con el uso de AH. La infiltración intraarticular de AH en rodilla, cadera y otras articulaciones ha demostrado ser una alternativa efectiva a los antiinflamatorios no esteroides (AINEs) y corticosteroides intraarticulares. En pacientes con OA leve a moderada, el AH ha mostrado efectos beneficiosos en la reducción del dolor y la mejora de la funcionalidad articular, con efectos que pueden durar hasta seis meses. El AH se ha utilizado como terapia adyuvante en el tratamiento de defectos cartilaginosos focales, ya sea como agente viscosuplementador o en combinación con procedimientos quirúrgicos como el microfracturing o el implante de condrocitos autólogos. El AH se ha investigado en el tratamiento de tendinopatías crónicas, como la epicondilitis lateral y la tendinopatía del manguito rotador. Su administración peritendinosa ha demostrado reducir la inflamación y mejorar la calidad de la matriz extracelular del tendón, favoreciendo la regeneración tisular. Se ha propuesto el uso de AH en el postoperatorio de cirugías ortopédicas con el fin de mejorar la recuperación funcional y reducir la fibrosis intraarticular. En el ámbito de la medicina deportiva, se ha utilizado en atletas para acelerar la recuperación de lesiones articulares y tendinosas, reduciendo el tiempo de reintegro a la actividad deportiva (26 – 29).

En cuanto a la dosificación y Regímenes de Administración**,** existen diferentes esquemas de administración de AH, que varían según la concentración y el peso molecular del producto. Los protocolos más comunes incluyen la administración de una dosis única (single-shot) o de múltiples dosis (3 a 5 aplicaciones semanales o mensuales) (Concoff et al., 2019); Efectos Adversos del AH es generalmente son poco frecuentes e incluyen dolor transitorio postinyección, inflamación y, en casos raros, reacciones pseudoinflamatorias autolimitadas (26 – 29).

Toxina Botulínica

La toxina botulínica (TB) actúa sobre las terminaciones nerviosas motoras y parasimpáticas, y la liberación de acetilcolina de las vesículas presinápticas en la unión neuromuscular es inhibida por el serotipo A de TB. Cuando se inyecta TB-A en el músculo, el extremo C de la cadena pesada se une a la proteína receptora en la membrana plasmática de la neurona motora alfa, y la toxina sufre endocitosis. A medida que la toxina cambia en el entorno, el enlace disulfuro disminuye, lo que hace que la cadena pesada y la cadena ligera se separen. La cadena ligera pasa de la vesícula endocítica al citosol neuronal. En el citosol, la cadena ligera, actuando como endopeptidasa de zinc, descompone SNAP-25, la proteína del complejo SNARE, que permite la asociación de

vesículas que contienen acetilcolina (ACh) con la membrana presináptica. Por lo tanto, la vesícula de ACh no puede unirse a la membrana presináptica y la ACh no puede liberarse en la unión neuromuscular. Esta inhibición impide los impulsos nerviosos y causa una parálisis muscular reversible, que depende de la dosis y favorece en muchas patologías donde se encuentra incremento de la tensión muscular (30).

Adicionalmente, se afirma que esta terapia tiene efecto analgésico, la cual se produce a través de la inhibición de los neuropéptidos nociceptivos locales, como el glutamato, la sustancia P y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP). Las neuronas de los ganglios de la raíz dorsal, principalmente las fibras C, producen sustancia P y CGRP, por tanto, la inhibición de la liberación de estos neurotransmisores en áreas donde se concentran los mediadores del dolor hace que la sensibilidad y el dolor disminuyan. Además, la entrega del receptor de potencial transitorio vanilloide 1 (TRPV1) a las membranas celulares de las neuronas podría disminuir lo cual responde controlando el estímulo ante estímulos nocivos, como el calor y las sustancias proalgésicas. Este mecanismo podría inhibir la inflamación neurogénica, el dolor y la sensibilización periférica (31 – 33).

Este tipo de medidas farmacológicas se ha indicado en distintas patologías donde sirve para reducir la espasticidad en afecciones neurológicas como parálisis cerebral, esclerosis múltiple y accidente cerebrovascular, en el tratamiento de la distonía cervical y el blefaroespasmo, en la reducción de la intensidad y frecuencia del dolor de cabeza en la migraña crónica, en el temblor esencial de la cabeza, en la hiperhidrosis y el síndrome de descamación de la piel acral, en problemas urológicos como incontinencia, eyaculación precoz o vejiga hiperactiva, y en el tratamiento de enfermedades como estrabismo, trastornos de la articulación temporomandibular, pérdida de cabello, neuropatía periférica diabética, síndrome de dolor miofascial y neuralgia del trigémino (34, 35).

Adicionalmente, se ha venido utilizando con fines cosméticos para reducir las arrugas, y en trastornos del movimiento, siendo eficaz para el tratamiento de la distonía, el bruxismo, los temblores, los tics, el mioclono, el síndrome de las piernas inquietas, la discinesia tardía y una variedad de síntomas asociados con la enfermedad de Parkinson (36).

La toxina botulínica actúa inhibiendo la liberación de acetilcolina en la placa motora terminal, lo que provoca parálisis muscular. Sin embargo se pueden presentar distintas complicaciones, entre las que se encuentran una posible

parálisis muscular adyacente, efectos de hipersensibilidad, necrosis cutánea inducida por relleno debido a una inyección intravascular inadvertida, edema local, eritema, hematomas y dolor en el lugar de la inyección. En la práctica estética según la zona de aplicación se puede presentar ptosis palpebral, disfagia, ronquera, asimetría (36).

Proloterapia

La proloterapia es una técnica regenerativa no quirúrgica que permite inyectar pequeñas cantidades de una solución irritante en el lugar de inserción de tendones y ligamentos dolorosos para promover el crecimiento de células y tejidos sanos. Algunos de los mecanismos propuestos mediante los cuales hacen efecto son los siguientes (37, 38):

Inicialmente generan una estimulación celular y de la matriz extracelular, inducido por la acción mecánica durante la introducción de la aguja, estimulando la cascada inflamatoria y la liberación de diversos factores de crecimiento, adicionalmente, la compresión de las células generado por el volumen de proliferante aplicado, así como expansión o constricción celular por las propiedades osmóticas del mismo con la producción de factores de crecimiento intracelulares. Favorece la regeneración del tejido al incrementar su fuerza de tensión y elasticidad. Este efecto puede ser el resultado de la estimulación mecánica (mecanotransducción) y la respuesta inflamatoria y finamente, la neurólisis temporal de los nociceptores y quimioneuromodulación, es un proceso mediante el cual se busca la destrucción de los nociceptores generadores de dolor crónico y la posterior inducción de receptores al dolor con menor sensibilización, este fenómeno se encuentra bien descrito en las técnicas de denervación con fenol (38).

De esta forma, todos los agentes quimiotácticos y las soluciones utilizadas en la proloterapia tienen el efecto universal de incitar la irritación local del tejido, mecanismo que conduce a la afluencia de diversas células inflamatorias, que se convierte en el primer paso en el proceso de curación de las heridas con la subsecuente formación de tejido de granulación, así como la formación y remodelación de la matriz extracelular. El proceso inflamatorio provoca la afluencia de granulocitos y posteriormente monocitos y macrófagos, los cuales secretan diversos factores de crecimiento que a su vez atraen y activan fibroblastos que depositan colágeno nuevo que con el tiempo se contrae provocando que el tejido se acorte, con la tensión generada en el nuevo tejido, las fibras de colágeno se alinean progresivamente en la dirección de la tensión

que se ejerce sobre las mismas, lo que finalmente aumentaría la resistencia del tejido a la tracción (39).

Los diferentes agentes o sustancias utilizados durante estos procesos se pueden organizar de acuerdo con su composición, entre los agentes osmóticos, incluyen la dextrosa hiperosmolar, el sulfato de zinc, y glicerina, actúan por deshidratación de células locales hasta el punto de ruptura en un proceso denominado «choque osmótico». Por su parte, los agentes irritantes como fenol y guayacol, su mecanismo de acción es generado al dañar directamente las membranas celulares o provocar que las células locales se vuelvan antigénicas. Finalmente, los agentes quimiotácticos son la tercera clase, incluye el morruato de sodio. Se postula que esta clase sea un agente quimiotáctico directo de diversas células inflamatorias (40).

El objetivo de la proloterapia es estimular los factores de crecimiento que pueden fortalecer las inserciones y reducir el dolor. La técnica de inyección de proloterapia se centra en un examen físico específico y un sólido conocimiento anatómico para maximizar los resultados. La proloterapia es beneficiosa en una variedad de diferentes afecciones musculoesqueléticas, que incluyen, entre otras, epicondilosis lateral, tendinopatía del manguito rotador, fascitis plantar, tendinopatía de Aquiles, osteoartritis, dolor lumbar, dolor en la articulación sacroilíaca y laxitud de la ATM (41).

Conclusiones

Los ortobiológicos son terapias desarrolladas a partir de sustancias biológicas (naturales) que pueden ser utilizadas por especialistas para ayudar a aliviar el dolor y otros síntomas de ciertas patologías osteo – musculo-articulares, con lo que se busca mejorar la clínica del paciente y lo que puede ayudar a retrasar la necesidad de cirugía, también se ha usado con el fin de mejorar la respuesta fisiológica y la capacidad del cuerpo para tener mejores resultados entorno de una lesión como una distensión de ligamentos o tendones, lesiones de cartílago o fracturas con lo que se busca estimular los distintos factores de crecimientos del tejidos óseo, muscular y articular para mejorar los resultados clínicos, proponer un proceso de curación y favorecer los resultados a corto, mediano y largo plazo evaluado mediante una mejoría de la calidad de vida de los pacientes, la satisfacción sobre el control sintomatológico de su enfermedad, un mayor rango en los arcos de movimiento de las distintas estructuras musculares y articulares, disminuyendo la tasa de recidivas y manteniendo una baja posibilidad de nuevas intervenciones quirúrgicas.

Tabla 14. *Terapias biológicas: clasificación, uso clínico y mecanismos de acción*

Terapia biológica	Efectos	Usos	Componentes
Plasma rico en plaquetas	Las plaquetas son las células primarias responsables de la actividad biológica de este producto, las cuales son células multifuncionales que no solo contribuyen a la coagulación, sino que también tienen un impacto significativo en las respuestas inmunitarias, la cicatrización de heridas y la regeneración tisular. Estas se almacenan mediante tres tipos de partículas (alfa, delta y lambda) ubicadas dentro de las plaquetas.	Lesiones musculoesqueléticas sino también en otros campos, como las úlceras diabéticas, la cirugía estética, la cirugía maxilofacial y la cirugía cardíaca	Matriz de fibrina, que contiene una cantidad concentrada de plaquetas, factores de crecimiento, citocinas y otras moléculas bioactivas.
Lisado de plaquetas	Promover la proliferación de condrocitos e inhibir la apoptosis, mejorar el metabolismo de la matriz del cartílago y promover la reparación del cartílago, y aumentar la autofagia de los condrocitos y mejorar la senescencia. Adicionalmente, la administración de estos biológicos resultó en una restauración significativa de la alodinia mecánica, hiperalgesia térmica y comportamiento relacionado con el dolor (actividad espontánea y parámetros de la marcha)	Desgarros del manguito rotador, síndrome de pinzamiento del hombro, epicondilitis del codo, reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), tendinopatía rotuliana, tendinopatía aquílea y reparación quirúrgica de rotura aguda del tendón de Aquiles	Esta preparación acelular es rica en moléculas bioactivas derivadas de plaquetas, incluidos factores de crecimiento, formulada mediante la lisis de plaquetas
Exosomas	Ayudan mediante distintos mecanismos que incluyen una modulación de la respuesta inflamatoria, generar estimulación de la regeneración cartilaginosa, efecto analgésico, interacción con la Matriz extracelular y estimulación de la Angiogénesis	Reducción del dolor y la inflamación en pacientes con Osteoartritis (OA) de rodilla y cadera, en comparación con las infiltraciones de ácido hialurónico y PRP	vesículas extracelulares de pequeño tamaño (30-150 nm) derivadas de células madre mesenquimales (MSCs) y otros tipos celulares
Ácido hialurónico (AH)	• Viscosuplementación. • Acción antiinflamatoria. • Efecto analgésico • Protección y regeneración del cartílago. • Estimulación de la síntesis de AH endógeno.	Osteoartritis, epicondilitis lateral y la tendinopatía del manguito rotador. Se ha propuesto el uso en el postoperatorio de cirugías ortopédicas. Utilizado en atletas para acelerar la recuperación de lesiones articulares y tendinosas	Un polisacárido de alto peso molecular compuesto por unidades repetitivas de ácido D-glucurónico y N-acetil-D-glucosamina.

Terapia biológica	Efectos	Usos	Componentes
Toxina botulínica (TB)	Actúa sobre las terminaciones nerviosas motoras y parasimpáticas, y la liberación de acetilcolina de las vesículas presinápticas en la unión neuromuscular es inhibida por el serotipo A de TB. Por lo tanto, la vesícula de ACh no puede unirse a la membrana presináptica y la ACh no puede liberarse en la unión neuromuscular. Esta inhibición impide los impulsos nerviosos y causa una parálisis muscular reversible	Reducir la espasticidad en afecciones neurológicas y lesiones deportivas, control en la migraña crónica, problemas urológicos y en el tratamiento de enfermedades como estrabismo, trastornos de la articulación temporomandibular, neuropatía periférica diabética, síndrome de dolor miofascial y neuralgia del trigémino.	Toxina botulínica: La cadena ligera pasa de la vesícula endocítica al citosol neuronal. En el citosol, la cadena ligera, actuando como endopeptidasa de zinc, descompone SNAP-25, la proteína del complejo SNARE, que permite la asociación de vesículas que contienen acetilcolina (ACh) con la membrana presináptica.
Proloterapia	Inicialmente generan una estimulación celular y de la matriz extracelular, estimulando la cascada inflamatoria y la liberación de diversos factores de crecimiento, adicionalmente, la compresión de las células generado por el volumen de proliferante aplicado, con la producción de factores de crecimiento intracelulares. Favorece la regeneración del tejido al incrementar su fuerza de tensión y elasticidad. Genera neurólisis temporal de los nociceptores y quimioneuromodulación	Epicondilosis lateral, tendinopatía del manguito rotador, fascitis plantar, tendinopatía de Aquiles, osteoartritis, dolor lumbar, dolor en la articulación sacroilíaca y laxitud de la ATM	Pequeñas cantidades de una solución irritante en el lugar de inserción de tendones y ligamentos dolorosos para promover el crecimiento de células y tejidos sanos.

Referencias

1. Rodeo SA. Orthobiologics: Current status in 2023 and future outlook. J Am Acad Orthop Surg [Internet]. 2023;31 (12):604–13. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5435/JAAOS-D-22-00808
2. Mavrogenis AF, Karampikas V, Zikopoulos A, Sioutis S, Mastrokalos D, Koulalis D, et al. Orthobiologics: a review. Int Orthop [Internet]. 2023;47 (7):1645–62. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00264-023-05803-z

3. Bai M-Y, Vy VPT, Tang S-L, Hung TNK, Wang C-W, Liang J-Y, et al. Current progress of platelet-rich derivatives in cartilage and joint repairs. Int J Mol Sci [Internet]. 2023;24 (16):12608. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ijms241612608

4. Caruana A, Savina D, Macedo JP, Soares SC. From platelet-rich plasma to advanced platelet-rich fibrin: Biological achievements and clinical advances in modern surgery. Eur J Dent [Internet]. 2019;13 (02):280–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-1696585

5. Zeng L, Zeng J, He J, Zhou Y, Li Y, Li C, et al. ALB–PRF facilitates chondrogenesis by promoting chondrocytes migration, proliferation and differentiation. Platelets [Internet]. 2024;35 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/09537104.2024.2414792

6. Narayanaswamy R, Patro BP, Jeyaraman N, Gangadaran P, Rajendran RL, Nallakumarasamy A, et al. Evolution and clinical advances of platelet-rich fibrin in musculoskeletal regeneration. Bioengineering (Basel) [Internet]. 2023;10 (1):58. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/bioengineering10010058

7. Zhao D, Han Y-H, Pan J-K, Yang W-Y, Zeng L-F, Liang G-H, et al. The clinical efficacy of leukocyte-poor platelet-rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Shoulder Elbow Surg [Internet]. 2021;30 (4):918–28. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2020.10.014

8. O'Dowd A. Update on the use of platelet-rich plasma injections in the management of musculoskeletal injuries: A systematic review of studies from 2014 to 2021. Orthop J Sports Med [Internet]. 2022;10 (12). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/23259671221140888

9. Simonpieri A, Del Corso M, Vervelle A, Jimbo R, Inchingolo F, Sammartino G, et al. Current knowledge and perspectives for the use of platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in oral and maxillofacial surgery part 2: Bone graft, implant and reconstructive surgery. Curr Pharm Biotechnol [Internet]. 2012;13 (7):1231–56. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2174/138920112800624472

10. Van Schaik KD, Lee KS. Orthobiologics: Diagnosis and treatment of common tendinopathies. Semin Musculoskelet Radiol [Internet]. 2021;25 (06):735–44. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-1735475

11. Meftahpour V, Malekghasemi S, Baghbanzadeh A, Aghebati-Maleki A, Pourakbari R, Fotouhi A, et al. Platelet lysate: A promising candidate in regenerative medicine. Regen Med [Internet]. 2021;16 (1):71–85. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2217/rme-2020-0065

12. Burnouf T, Chou M-L, Lundy DJ, Chuang E-Y, Tseng C-L, Goubran H. Expanding applications of allogeneic platelets, platelet lysates, and platelet extracellular vesicles in cell therapy, regenerative medicine, and targeted drug delivery. J Biomed Sci [Internet]. 2023;30 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s12929-023-00972-w

13. Yan L, Zhou L, Xie D, Du W, Chen F, Yuan Q, et al. Chondroprotective effects of platelet lysate towards monoiodoacetate-induced arthritis by suppression of TNF-α-induced activation of NF-κB pathway in chondrocytes. Aging (Albany NY) [Internet]. 2019;11 (9):2797–811. Disponible en: http://dx.doi.org/10.18632/aging.101952

14. da Fonseca L, Santos GS, Huber SC, Setti TM, Setti T, Lana JF. Human platelet lysate – A potent (and overlooked) orthobiologic. J Clin Orthop Trauma [Internet]. 2021;21 (101534):101534. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101534

15. Gupta A, Maffulli N. Autologous peripheral blood-derived orthobiologics for the management of shoulder disorders: A review of current clinical evidence. Pain Ther [Internet]. 2025;14 (1):67–79. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s40122-024-00684-5

16. Phinney DG, Pittenger MF. Concise review: MSC-derived exosomes for cell-free therapy. Stem Cells [Internet]. 2017;35 (4):851–8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1002/stem.2575

17. Li Z, Wang Y, Xiao K, Xiang S, Li Z, Weng X. Emerging role of exosomes in the joint diseases. Cell Physiol Biochem [Internet]. 2018;47 (5):2008–17. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1159/000491469

18. Dai Y, Chen Y, Hu Y, Zhang L. Current knowledge and future perspectives on֒xosomes in the field of regenerative medicine: A bibliometric analysis. Regen Med [Internet]. 2023;18 (2):123–36. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2217/rme-2022-0141

19. Luo ZQ, Zhou B, Xiong H. A bibliometric analysis of exosomes therapy in the treatment of osteoarthritis from 2012 to 2022. J Pain Res [Internet]. 2023;16:2171–88. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2147/jpr.s407050

20. Ni Z, Zhou S, Li S, Kuang L, Chen H, Luo X, et al. Exosomes: roles and therapeutic potential in osteoarthritis. Bone Res [Internet]. 2020;8 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1038/s41413-020-0100-9

21. Duan L, Xu X, Xu L, Chen H, Li X, Alahdal M, et al. Exosome-mediated drug delivery for cell-free therapy of osteoarthritis. Curr Med Chem [Internet]. 2021;28 (31):6458–83. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2174/0929867327666201118161232

22. Xu C, Mi Z, Dong Z, Chen X, Ji G, Kang H, et al. Platelet-derived exosomes alleviate knee osteoarthritis by attenuating cartilage degeneration and subchondral bone loss. Am J Sports Med [Internet]. 2023;51 (11):2975–85. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/03635465231188122

23. Song K, Jiang T, Pan P, Yao Y, Jiang Q. Exosomes from tendon derived stem cells promote tendon repair through miR-144-3p-regulated tenocyte proliferation and migration. Stem Cell Res Ther [Internet]. 2022;13 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s13287-022-02723-4

24. Bowman S, Awad ME, Hamrick MW, Hunter M, Fulzele S. Recent advances in hyaluronic acid based therapy for osteoarthritis. Clin Transl Med [Internet]. 2018;7 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s40169-017-0180-3

25. Altman R, Hackel J, Niazi F, Shaw P, Nicholls M. Efficacy and safety of repeated courses of hyaluronic acid injections for knee osteoarthritis: A systematic review. Semin Arthritis Rheum [Internet]. 2018;48 (2):168–75. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.semarthrit.2018.01.009

26. Altman RD, Bedi A, Karlsson J, Sancheti P, Schemitsch E. Product differences in intra-articular hyaluronic acids for osteoarthritis of the knee. Am J Sports Med [Internet]. 2016;44 (8):2158–65. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/0363546515609599

27. Sprott H, Fleck C. Hyaluronic acid in rheumatology. Pharmaceutics [Internet]. 2023;15 (9):2247. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/pharmaceutics15092247

28. Wang C-T, Lin J, Chang C-J, Lin Y-T, Hou S-M. Therapeutic effects of hyaluronic acid on osteoarthritis of the knee: A meta-analysis of randomized controlled trials. J Bone Joint Surg Am [Internet]. 2004;86 (3):538–45. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2106/00004623-200403000-00012

29. Chavda S, Rabbani SA, Wadhwa T. Role and effectiveness of intra-articular injection of hyaluronic acid in the treatment of knee osteoarthritis: A systematic review. Cureus [Internet]. 2022; Disponible en: http://dx.doi.org/10.7759/cureus.24503

30. Onan D, Farham F, Martelletti P. Clinical conditions targeted by OnabotulinumtoxinA in different ways in medicine. Toxins (Basel) [Internet]. 2024;16 (7):309. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/toxins16070309

31. Lee W-H, Shin TJ, Kim HJ, Lee J-K, Suh H-W, Lee SC, et al. Intrathecal administration of botulinum neurotoxin type A attenuates formalin-induced nociceptive responses in mice. Anesth Analg [Internet]. 2011;112 (1):228–35. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1213/ane.0b013e3181ffa1d7

32. Cheng J, Liu W, Duffney LJ, Yan Z. SNARE proteins are essential in the potentiation of NMDA receptors by group II metabotropic glutamate receptors. J Physiol [Internet]. 2013;591 (16):3935–47. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2013.255075

33. Garcia-Ruiz PJ. Aplicaciones de la toxina botulínica en Neurología. Med Clin (Barc) [Internet]. 2013;141 (1):33–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2012.12.015

34. Talbet JH, Elnahry AG. OnabotulinumtoxinA for the treatment of headache: an updated review. J Integr Neurosci [Internet]. 2022;21 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.31083/j.jin2101037

35. Anandan C, Jankovic J. Botulinum toxin in movement disorders: An update. Toxins (Basel) [Internet]. 2021;13 (1):42. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/toxins13010042

36. Kassir M, Gupta M, Galadari H, Kroumpouzos G, Katsambas A, Lotti T, et al. Complications of botulinum toxin and fillers: A narrative review. J Cosmet Dermatol [Internet]. 2020;19 (3):570–3. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/jocd.13266

37. Southworth TM, Naveen NB, Nwachukwu BU, Cole BJ, Frank RM. Orthobiologics for focal articular cartilage defects. Clin Sports Med [Internet]. 2019;38 (1):109–22. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2018.09.001

38. Hsu C, Vu K, Borg-Stein J. Prolotherapy. Phys Med Rehabil Clin N Am [Internet]. 2023;34 (1):165–80. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.pmr.2022.08.011

39. Arias-Vázquez PI, Arcila-Novelo R, Guzzardo MN, Guzzardo DR, Ake-Montiel MÁN, Sulub-Herrera A. Subcutaneous injections of dextrose in musculoskeletal pain, a potential therapeutic intervention: scoping review. Pain Manag [Internet]. 2024;14 (12):653–63. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/17581869.2024.2442898

40. Reeves KD, Sit RWS, Rabago DP. Dextrose prolotherapy. Phys Med Rehabil Clin N Am [Internet]. 2016;27 (4): p. 783–823. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.pmr.2016.06.001

41. Waluyo Y, Artika SR, Wahyuni IN, Gunawan AMAK, Zainal ATF. Efficacy of prolotherapy for osteoarthritis: A systematic review. J Rehabil Med [Internet]. 2023;55:jrm00372. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2340/jrm.v55.2572