

La medicina regenerativa como alternativa terapéutica para enfermedades crónicas y lesiones graves: Avances, desafíos y aplicaciones clínicas

Regenerative medicine as a therapeutic alternative for chronic diseases and serious injuries: Advances, challenges and clinical applications

Cueva Criollo Emily Juliet   ¹

¹ Universidad Técnica Particular de Loja; emilyjulietc@gmail.com. Loja, Ecuador.



DOI: <https://doi.org/10.58995/redlic.rmic.v3.n2.a115>

Cómo citar:

Cueva Criollo, E. J. (2025). La medicina regenerativa como alternativa terapéutica para enfermedades crónicas y lesiones graves: Avances, desafíos y aplicaciones clínicas. *Revista Multidisciplinaria Investigación Contemporánea*, 3(2) 552-575. <https://doi.org/10.58995/redlic.rmic.v3.n2.a115>



Información del artículo:

Recibido: 25-02-2025

Aceptado: 22-05-2025

Publicado: 01-07-2025

Nota del editor:

REDLIC se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mensajes publicados y afiliaciones institucionales.

Editorial:

Red Editorial Latinoamericana de Investigación Contemporánea (REDLIC) www.editorialredlic.com

Fuentes de financiamiento:

La investigación fue realizada con recursos propios.

Conflictos de interés:

No presentan conflicto de intereses.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra

Resumen

En los últimos años, la medicina regenerativa ha experimentado notables progresos y la aparición de nuevas aplicaciones, así como desafíos significativos. Este artículo de revisión tiene como objetivo analizar los avances, las aplicaciones clínicas y los desafíos en la medicina regenerativa para impulsar un mayor desarrollo e investigación en este campo. La investigación adoptó un enfoque cualitativo y siguió el protocolo de revisión sistemática basado en las directrices PRISMA 2020. Entre los avances clave se destacan la bioimpresión 3D y la reprogramación celular, que han permitido la creación de tejidos y órganos funcionales en laboratorio, así como el desarrollo de terapias para regenerar tejidos musculo esqueléticos y órganos vitales a partir de células madre. Aunque muchos estudios experimentales sobre regeneración celular enfrentan desafíos como la compatibilidad inmunológica y la validación en aspectos de seguridad y eficacia, estos estudios muestran un gran potencial para tratamientos más efectivos y menos invasivos. De acuerdo al Reporte de Medicina Regenerativa 2030, realizado en el 2023 a nivel mundial, el mercado de medicina regenerativa en terapia estuvo valorado en 30,43 billones; y se espera un crecimiento anual del 16,79% del 2024 al 2030. Además, se ha logrado una comprensión más profunda de los mecanismos celulares y moleculares involucrados en la regeneración de órganos y tejidos. Los resultados evidencian avances significativos en la medicina regenerativa mediante el uso de células madre, plasma rico en plaquetas, organoides e impresión 3D, destacándose su aplicación en la regeneración de tejidos óseos, cartilagosos, neuronales, cutáneos y oculares. Se identifican desafíos regulatorios éticos y técnicos como la necesidad de estandarización, aprobación normativa y desarrollo de protocolos seguros y eficaces para su implementación clínica. Si bien las terapias con medicina regenerativa emergen como alternativas terapéuticas prometedoras frente a enfermedades crónicas y lesiones graves, es imprescindible necesario continuar la investigación interdisciplinaria para avanzar en su desarrollo y consolidar un futuro en que estas condiciones puedan ser tratadas de forma más eficiente y con métodos menos invasivos, transformando así la práctica médica.

Palabras clave: bioimpresión 3D, células madre, medicina regenerativa, terapia celular, reprogramación celular.

Abstract

In recent years, regenerative medicine has seen remarkable progress and the emergence of new applications, as well as significant challenges. This review article aims to analyze the advances, clinical applications, and challenges in regenerative medicine to drive further development and research in this field. The research adopted a qualitative approach and followed the systematic review protocol based on the PRISMA 2020 guidelines. Key advances include 3D bioprinting and cellular reprogramming, which have enabled the creation of functional tissues and organs in the laboratory, as well as the development of therapies to regenerate musculoskeletal tissues and vital organs from stem cells. Although many experimental studies on cell regeneration face challenges such as immunological compatibility and validation in terms of safety and efficacy, these studies show great potential for more effective and less invasive treatments. According to the Regenerative Medicine 2030 Report, conducted worldwide in 2023, the regenerative medicine therapy market was valued at USD 30.43 billion; and an annual growth of 16.79% is expected from 2024 to 2030. In addition, a deeper understanding of the cellular and molecular mechanisms involved in organ and tissue regeneration has been achieved. The results demonstrate significant advances in regenerative medicine through the use of stem cells, platelet-rich plasma, organoids, and 3D printing, highlighting their application in the regeneration of bone, cartilage, neuronal, skin, and ocular tissue. Ethical and technical regulatory challenges are identified, such as the need for standardization, regulatory approval, and the development of safe and effective protocols for their clinical implementation. While regenerative medicine therapies are emerging as promising therapeutic alternatives for chronic diseases and serious injuries, continued interdisciplinary research is essential to advance their development and consolidate a future in which these conditions can be treated more efficiently and with less invasive methods, thus transforming medical practice

Keywords: 3D bioprinting, stem cells, regenerative medicine, cell therapy, cell reprogramming.

1. Introducción

La medicina regenerativa ha surgido como una alternativa terapéutica prometedora dentro del ámbito de las ciencias médicas, como una respuesta a la búsqueda constante por mejorar la calidad de vida de las personas que padecen enfermedades crónicas y lesiones graves (1). Este campo innovador de la medicina no solo ofrece esperanza, sino también soluciones tangibles para pacientes con enfermedades degenerativas, trasplante de órganos y traumas que antes parecían incurables o que se veían afectados por tratamientos limitados (2).

De hecho, los avances acelerados de la medicina regenerativa han transformado totalmente el abordaje de diversas condiciones que van desde lesiones de médula espinal hasta enfermedades como el Parkinson, el Alzheimer y la Diabetes Mellitus. Condiciones que continúan siendo investigadas para ser curadas a través de la regeneración de tejidos por células madre(2). Esta disciplina de las ciencias médicas ha despertado un renovado interés entre la comunidad científica, los profesionales de la salud y, sobre todo, entre los pacientes y sus familias.

La medicina regenerativa se define como un campo multidisciplinario emergente que busca reparar o reemplazar tejidos u órganos lesionados a través de la ingeniería de tejidos (3). Se divide en tres enfoques principales: las células madre, los factores de crecimiento, y la matriz extracelular o andamiaje(3). Cada enfoque presenta el potencial terapéutico de regenerar tejidos para restablecer su función normal, en lugar de simplemente aliviar los síntomas de las enfermedades.

La medicina regenerativa ofrece una serie de beneficios significativos para pacientes, profesionales de la salud y la sociedad en general. Entre ellos se incluyen la posibilidad de tratamiento personalizado, la reducción de la

dependencia de medicamentos a largo plazo, la mejora en la calidad de vida, y la potencial reducción de costos asociados con la atención médica a largo plazo (4).

Existen varias técnicas de medicina regenerativa como son: la terapia celular, la ingeniería de tejidos y la medicina genómica que se han convertido en grandes avances en el campo de la medicina. Los investigadores en medicina regenerativa exploran nuevas formas de aprovechar el potencial regenerativo del organismo para tratar una amplia gama

de patologías. Esta aproximación centrada en la regeneración representa un cambio de paradigma en el tratamiento de enfermedades crónicas y lesiones graves (5).

La creciente incidencia de enfermedades crónicas y lesiones graves en la sociedad contemporánea demuestra que existe una necesidad urgente de encontrar nuevas estrategias terapéuticas. En este escenario, la medicina regenerativa al centrarse en la reparación y regeneración de tejidos, ofrece soluciones más duraderas y menos invasivas que los tratamientos convencionales. Esto representa una genuina expectativa para pacientes que enfrentan condiciones médicas debilitantes o potencialmente fatales (6).

De tal forma, el objetivo principal de este estudio es analizar los últimos avances, desafíos y aplicaciones clínicas de la medicina regenerativa en el tratamiento de enfermedades crónicas y lesiones graves. A través de una revisión exhaustiva de la literatura científica y clínica, se pretende identificar las tendencias actuales, las implicaciones tanto clínicas como éticas; y las oportunidades futuras en este campo prometedor y dinámico.

Metodología

La investigación actual se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo, siguiendo el protocolo de revisión sistemática basado en las directrices PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), que dirigió el proceso de búsqueda, selección y análisis de los estudios perti-

nentes, (Anexo A). Las variables de investigación fueron los avances, desafíos y aplicaciones clínicas en la medicina regenerativa.

Estrategia de Búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos como Scopus, Google Scholar, PubMed, Uptodate, Dialnet Plus, Science Direct. El uso de palabras clave y operadores booleanos permitió precisar las publicaciones, de la siguiente forma: (“Medicina” AND “Regenerativa”; “Enfermedades crónicas” AND NOT “Enfermedades Agudas”; “Células madre” OR “Regeneración de tejido” OR “Terapia celular” OR “Ingeniería de tejidos”).

Para delimitar los de resultados de búsqueda se aplicaron los siguientes filtros: límite de tiempo (2017- 2024), área temática (Medicina; bioquímica, genética y biología molecular, Ingeniería), tipos de documento (artículos, revisiones, editoriales, documentos de conferencia, libros), palabras clave (medicina regenerativa, células madre, regeneración de tejidos, terapia celular), idioma (español e inglés), y se incluyeron documentos que estén disponibles en línea y que no requieran un pago para su acceso.

Criterios de Elegibilidad

La publicaciones elegidas cumplen con los siguientes criterios de inclusión: (1) Tipos de estudio como: artículos científicos, artículos de revisión, ensayos clínicos, libros, tesis, estudios observacionales, metaanálisis; (2) Intervenciones en relación al tratamiento con medicina regenerativa, como terapia celular, terapia génica, ingeniería de tejidos, bio-impresión 3D, etc. (3) Estudios publicados desde enero del 2017 a febrero del 2024; (4) Estudios publicados en idioma inglés y español.

Los criterios de exclusión aplicados en la búsqueda bibliográfica se mencionan a continuación: (1) Estudios duplicados o con alto riesgo de sesgo metodológico o de calidad; (2) Estudios que evalúen terapias regenerativas para enfermedades agudas o superficiales que no se consideran dentro del alcance del tema; (3) publicaciones fuera del rango de tiempo de enero del

2017 a febrero del 2024; (4) estudios publicados en idiomas diferentes al inglés y español.

Selección de Estudios y extracción de datos

La investigadora se encargó de la depuración de las publicaciones que no cumplían con los criterios de inclusión en el trabajo. La selección de los estudios se realizó a través de palabras claves y una lectura de sus resúmenes, metodología y conclusiones. Asimismo, se realizó una síntesis narrativa de los hallazgos de los estudios incluidos, destacando los avances, desafíos y aplicaciones clínicas de la medicina regenerativa en el tratamiento de enfermedades crónicas y lesiones graves.

Figura 1. Diagrama PRISMA

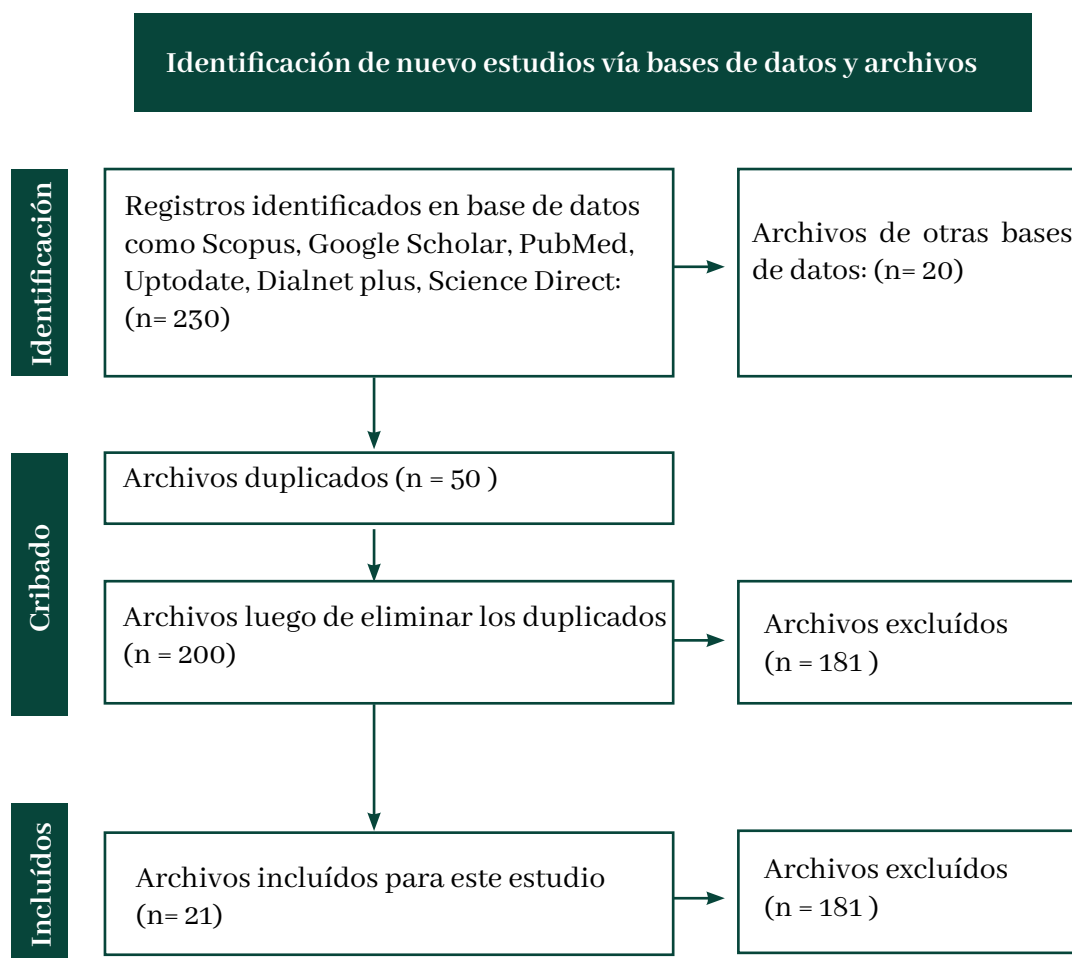


Tabla 1. Resultados

Título	Autores	Año	Tipo de Estudio	Objetivo	Resultados
ORGANOIDES INTESTINALES: Presente y futuro de la investigación biomédica	Díaz, C.	2023	Artículo de revisión	Proporcionar una visión general actualizada y basada en la literatura científica de las aplicaciones de los organoides intestinales en biomedicina y sus posibilidades futuras.	Los organoides intestinales han demostrado tener utilidad en medicina regenerativa y medicina de precisión ya que se muestran con capacidad de modelar la fisiología y enfermedades intestinales, así como el daño epitelial causado por diversos agentes. A partir de estos modelos, se han podido estudiar en gran profundidad la biología molecular de diferentes patologías y realizar la búsqueda de tratamientos específicos (7).
Nuevos enfoques hacia el desarrollo de estrategias más seguras en medicina regenerativa	Alkhraisat, M., Troya, M., Zalduendo, M. Anitua, E.,	2019	Artículo científico	Explorar los avances, desafíos e implicaciones clínicas de medicina regenerativa, enfatizando el uso de materiales biológicos autólogos como PRGF-Endoret para la reparación y regeneración de tejidos personalizados.	El PRGF-Endoret es un sistema que ofrece biomaterial autólogo enriquecido con proteínas y factores de crecimiento con la capacidad de recrear matrices tridimensionales, que proporcionan un entorno físico y bioactivo para el proceso de regeneración y replicación. De tal forma, se demostró que PRGF-Endoret potencia el efecto hemostático, reduce la intensidad de la inflamación, y acelera la fase proliferativa y de remodelación del tejido óseo. Los resultados demuestran también que PRGF-Endoret es una alternativa para el aislamiento, cultivo y conservación ex vivo de células madre de diferentes orígenes, sin riesgo de transmisión de patógenos o de rechazo inmunológico, manteniendo su fenotipo y potencial de diferenciación multilínea(4).

La medicina regenerativa: fundamentos y aplicaciones	Isaza, C., Henao, J., Aranzazu, J.	2018	Artículo de Revisión	Revisar y sistematizar de forma sistemática la información más reciente sobre los principios y aplicaciones de la medicina regenerativa.	Las células madre son células especiales que pueden transformarse en otros tipos de células para ayudar a la regeneración de tejidos- Las investigaciones indican que, al combinarlas con hueso desmineralizado y plasma rico en plaquetas, se acelera la recuperación de fracturas óseas. También en combinación con factores de crecimiento son eficaces en el tratamiento de la osteoartritis, ya que favorecen la regeneración de cartílago (4). En el ámbito de as enfermedades oculares, ya se ha aprobado el primer fármaco comercial basado en células madre para tratar quemaduras de córnea. Por otra parte, se ha comprobado que la aplicación intradérmica de las células madre puede prevenir la formación de cicatrices quirúrgicas excesivas, preservando la estructura y función normal de la piel (4).
Ética en el campo de la Investigación En Medicina Regenerativa	Quesada, L., Barrios, C., Díaz, Z.	2021	Artículo de Revisión	Examinar los aspectos éticos involucrados en la investigación, fomentando una reflexión crítica tanto cognitiva como ética del desarrollo científico en el campo de la medicina regenerativa	La medicina regenerativa conlleva una gran importancia ética tanto para valoración del tratamiento de diversas enfermedades como para la toma de decisiones responsables, esto incluye respetar los límites del consentimiento informado firmado por el paciente. Mantener una postura ética adecuada en la medicina regenerativa permite medir el impacto del tratamiento con una actitud responsable y humana.
Ética en la medicina regenerativa y tratamiento con plasma rico en plaquetas	Quesada, L., León, C., Quintana, E.	2021	Artículo de revisión	Analizar la medicina regenerativa y el tratamiento con plasma rico en plaquetas desde un enfoque ético	La perspectiva ética vinculada al uso de plasma rico en plaquetas dentro de la medicina regenerativa y facilitó el análisis de las avances científicos y tecnológicos asegurando una atención médica integral, oportuna y estructurada, respaldada por profesionales capacitados y un costo accesible y sostenible. (2).
Antecedentes de aplicación de la terapia celular como tecnología sanitaria en enfermedades médicas y estomatológicas.	Julia, R., Aurora, N., León, K., Riccis, S., Yolaidays, I., Travieso, N.	2023	Artículo de revisión	Caracterizar los antecedentes del uso de la terapia celular como tecnología sanitaria en el tratamiento de enfermedades médicas y estomatológicas.	El estudio histórico de la aplicación de la terapia celular en áreas en el tratamiento de enfermedades médicas y estomatológicas ha permitido comprender su origen, evolución y situación actual. En este marco, la terapia celular representa una opción innovadora y prometedora frente a tratamientos convencionales para la regeneración de tejidos (1).

Enfermedades neurodegenerativas y reprogramación celular: potencial terapéutico y promesa de rejuvenecimiento	Lehmann, M., Mallat, M., Chiavellini, P., Brown, O., Goya, R.	2019	Capítulo de libro	Describir la evidencia emergente que indica que el envejecimiento es un proceso epigenético reversible junto con nuevos métodos de reprogramación que evitarían los riesgos asociados a las técnicas convencionales que requieren la generación de células madre pluripotentes inducidas (iPSC).	La investigación sobre la producción de células neurales tanto in vitro como, en menor grado, in vivo, se encuentra en constante avance. Esta línea busca desarrollar protocolos seguros y eficaces para obtener células derivadas del propio paciente que pueden aplicarse en el tratamiento de enfermedades neurológicas como el Parkinson, la enfermedad de Alzheimer y otras patologías neurológicas similares (8).
El negocio de la medicina regenerativa y las células madre: confusión con implicaciones legales	Cuende, N., Álvarez-Márquez, A., Díaz-Aunión, C., Castro, P., Huet, J., Pérez-Villares, J.	2021	Artículo de revisión	Exponer los requisitos fundamentales para la utilización de productos biológicos autólogos, con el propósito de ofrecer una guía práctica tanto para los profesionales que los prescriben como para quienes supervisan los centros donde se aplican.	El uso de productos biológico autólogos como el plasma rico en plaquetas (PRP) requiere cumplir con regulaciones específicas, incluyendo el marcado de fabricación en terapia avanzada, fabricación en laboratorios autorizados y el seguimiento de normativas de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). En terapias experimentales con células y tejidos, se necesita aprobación ética y autorización autonómica. Además, los medicamentos de terapia avanzada deben ajustarse a la normativa de trasplantes en aspectos como donación, evaluación del donante y trazabilidad. y la Organización Nacional de Trasplantes sobre los productos sanitarios utilizados para la obtención de células autólogas y la clasificación del producto resultante como medicamento de terapia avanzada. En el caso de trasplantes de células y tejidos que tengan consideración de terapias experimentales, el promotor, además de remitir el estudio para su evaluación al comité de ética de la investigación correspondiente, tiene que solicitar la autorización a la autoridad competente de su comunidad autónoma (la Coordinación Autonómica de Trasplantes) (9).

III Congreso de Ingeniería de Tejido y Medicina Regenerativa	Weinstein-Oppheimer, C., Acevedo, C.	2023	Artículo científico	Promover el intercambio de ideas y la cooperación dentro de la comunidad científica en áreas como la ingeniería de tejidos, biomateriales, medicina regenerativa, y los avances científicos tecnológicos a nivel mundial que influirán en las terapias del futuro, con el objetivo de contribuir al bienestar y calidad de vida de la sociedad.	En la investigación sobre Biomanufactura Aditiva y sus desafíos en el reemplazo de tejidos dentro de la Medicina Regenerativa, se alcanzaron importantes avances. La aplicación de dos metodologías de biomanufactura permitió implementar un sistema de bioimpresión 3D de alta resolución, capaz de utilizar múltiples materiales y células. Además, se logró la fabricación y validación en modelos animales de tejidos celulares, así como el desarrollo de un novedoso sistema destinado a la remarcación artroscópica de lesiones en el cartílago.(7).
Medicina regenerativa, sus aplicaciones y fundamentos	Pacios, J., Barrosos, M.	2023	Artículo de revisión	Compilar y organizar de manera sistemática la información más actual sobre los principios y potenciales usos de la medicina regenerativa.	La seguridad de la medicina regenerativa se ve respaldada por diversas investigaciones cuyos resultados son optimistas sobre los beneficios de esta nueva estrategia terapéutica, además se asegura que continuarán surgiendo nuevos regímenes de tratamiento basados en la medicina regenerativa en los próximos años(10).
Células madre como alternativa al marcapaso transvenoso	Martínez de Hoyo, K., Ortega Enciso, A., Mendoza Beltrán, F., Reynolds Pombo, J.	2020	Artículo de revisión	Analizar el desarrollo actual del marcapasos biológico y explorar las perspectivas futuras para la creación de tejido cardíaco con función de marcapasos, empleando tecnologías genéticas avanzadas e ingeniería de tejidos.	Los marcapasos biológicos, aunque se encuentran en una etapa preclínica de desarrollo, constituyen una alternativa a los dispositivos electrónicos para pacientes con enfermedades cardíacas seleccionadas en el futuro. Los principales desafíos a los que se enfrenta son la dificultad de para garantizar el injerto a largo plazo y el potencial riesgo de proarritmias(11).

¿Cómo cambiará el tratamiento de la piel con los avances investigativos?	Rodríguez, P.	2018	Editorial	Analizar la eficacia de biomateriales como andamios de fibrina de cordón umbilical, en la regeneración de heridas profundas y su aporte a la medicina regenerativa.	El uso de biomateriales a través de la técnicas de ingeniería tisular, permiten plantear nuevos enfoques de tratamiento para las heridas de piel tradicionales. Un ejemplo exitoso es la aplicación andamios de fibrina obtenidos del cordón umbilical para el tratamiento de herida profundas, que logró obtener una piel regenerada homogénea y sin cicatrices. Esto permite concluir que los avances investigativos de la medicina regenerativa servirán como un apoyo a los tratamientos actuales para contribuir y mejorar la reconstrucción de tejidos(12).
Influencia de los avances en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa en el progreso y la evolución de la salud	Madan Patel, G., Borah, N., Kumar, G.	2023	Artículo de revisión	Examinar cómo la medicina regenerativa, la ingeniería de tejidos y la bioimpresión 3D funcionan en conjunto, al tiempo que enfatiza los avances en la tecnología de bioimpresión para órganos y tejidos trasplantables.	La ingeniería de tejidos y la medicina regenerativa trabajan en conjunto para crear nuevos tejidos y órganos para ofrecer una alternativa a los pacientes con órganos deteriorados o enfermedades debilitantes. Estudios demuestran bioimpresión 3D tiene el potencial fabricar o imitar tejidos naturales específicos para el paciente a partir de andamios y células madre, donde el proceso de curación y regeneración es controlado cuidadosamente mediante la liberación de factores de crecimiento. Sin embargo, se requieren mejoras para llevar esta tecnología a la aplicación clínica, aun así resulta una tecnología innovadora para el futuro de la medicina(5).
Avances en el desarrollo de organoides como modelos de estudio en medicina regenerativa	Aguilar, P.	2018	Tesis	Realizar una revisión bibliográfica con el objetivo de analizar el conocimiento actual sobre el desarrollo de organoides como modelos de estudio en el campo de la medicina regenerativa, con un enfoque particular en los organoides intestinales.	El estudio de organoides, mini órganos cultivados en laboratorio, está en auge por su potencial en la medicina regenerativa. Se busca mejorar su desarrollo para que imiten mejor a los órganos reales y optimizar su trasplante para reemplazar órganos dañados. Esto abre la puerta a opciones de tratamiento personalizadas para enfermedades intestinales y a la medicina personalizada(13).

Impresoras 3D, su innovación en el campo de la medicina	Alejandro, L., Rodríguez, D.	2020	Artículo de revisión	Analizar la evolución de la impresión 3D, desde sus inicios hasta el momento en el que se estableció como método de innovación de la medicina.	La impresión 3D en la medicina es una gran innovación que garantiza una atención más personalizada y asequible, lo cual trae grandes beneficios y buenos resultados en los pacientes(7).
Medicina regenerativa para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas	López-león, M., Lehmann, M., Goya, R.	2017	Sección de libro	Explorar el potencial de reprogramación celular como estrategia terapéutica para restaurar funciones cerebrales deterioradas, enfocándose en sus aplicaciones en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson.	La tecnología de reprogramación celular madura brindará, en un futuro no muy lejano, medios efectivos para restaurar funcionalmente el cerebro envejecido. Se identificaron dos enfoques: La reprogramación de linaje t la reprogramación directa mediante factores de pluripotencial, ambos orientados a investigar alternativas terapéuticas degenerativas como el Alzheimer y el Parkinson(6).

Análisis comparativo de bioimpresoras que utilizan tecnologías de fabricación aditiva con biomateriales, con el objetivo de evaluar su eficiencia en la generación de órganos y tejidos destinados al ámbito biomédico.	Viera Valencia, L., García Giraldo, D.	2019	Tesis	Realizar un estudio comparativo de bioimpresoras que emplean procesos aditivos con biomateriales, con el propósito de ver su eficacia en la creación de órganos y tejidos.	La tecnología de procesos aditivos con biotintas y biomateriales ofrece la posibilidad de fabricar modelos personalizados y suministros médicos adaptados a las necesidades específicas de cada paciente(14).
Revisión narrativa sobre el uso del plasma rico en plaquetas como terapia autóloga medicina regenerativa.	Aguilar, R., Cáceres, A.	2020	Artículo de revisión	Exponer los fundamentos teóricos que respaldan el uso potencial del plasma rico en plaquetas (PRP) y sus factores de crecimiento en terapias regenerativas mediante bioestimulación autóloga, especialmente en enfermedades que aún carecen de un tratamiento específico.	El plasma rico en plaquetas (PRP) es un tratamiento autólogo que se utiliza para mejorar la regeneración celular y la cicatrización tisular. Aunque no existe un procedimiento estandarizado para su uso, se ha demostrado que el PRP mejora la permeabilidad vascular, la regeneración celular, la cicatrización tisular y la respuesta inmune. Se necesitan más estudios para comprender mejor su mecanismo de acción, pero el PRP podría ser útil en enfermedades degenerativas y virales como el COVID-19. En este contexto, podría utilizarse como complemento durante las fases asintomáticas, con el fin de modular el sistema inmunológico, promover la regeneración de órganos y tejidos dañados, y controlar la progresión de la biodegradación multisistémica (15)

Estandarización de un protocolo de bioimpresión 3D orientado a la creación de andamios con posible aplicación en ingeniería en tejidos.	Castellanos Garzón, J., Correa Quiceno, M., Peñaranda Armbricht, J., Holguín Ruiz, J., Rey Piedrahíta, A.	2023	Reporte científico	Estandarizar un protocolo de bioimpresión 3D para la creación de andamios con posible aplicación en ingeniería de tejidos. Para ello se emplearon materiales como policaprolactona (PCL), filamento de ácido poliláctico (PLA), filamento flexible y diversas biotintas	Se ajustaron parámetros clave como la temperatura de la cama, la temperatura del filamento PLA y la velocidad de extrusión en la bioimpresora REGEMAT 3D, logrando fabricar tres andamios con distintas geometrías, potencialmente útiles en áreas como la otorrinolaringología y la ortopedia(16).
Cuáles son los avances, desafíos y aplicaciones clínicas de la medicina regenerativa como alternativa terapéutica para enfermedades crónicas y lesiones graves.	Hosseini S, Taghiyar L, Safari F, Baghban Eslaminejad M.	2018	Artículo científico	Explorar las oportunidades de uso de células madre mesenquimales (MSC), las propiedades terapéuticas deseables en la medicina regenerativa y las implicaciones potenciales en la práctica clínica	La medicina regenerativa y la ingeniería de tejidos representan las estrategias biológicas terapéuticas más prometedoras que utilizan células madre mesenquimales (MSC). Las células madre mesenquimales tienen una gran capacidad para autorrenovarse a través de propiedades inmunomoduladores convirtiéndolas en elegibles para las aplicaciones clínicas (21).

Aplicaciones de las células madre en medicina regenerativa y el tratamiento de enfermedades.	Mahla R.	2016	Artículo de revisión	Analiza un marco referencial sobre los avances más recientes en tecnologías de trasplante e ingeniería tisular de células madre embrionarias (CEM), y el tejido en el tejido, las células madre hematopoyéticas (CME) de las células madre (CME). Además, se analiza la célula madre como herramientas para el uso regenerativo de la preservación de la vida silvestre.	Las células madre tienen diversas aplicaciones en regeneración de tejido y tratamientos de enfermedades. Las Células madre embrionarias (ESCs) provienen de la masa interna del blastocito, se utilizan en tratamiento de enfermedades neurodegenerativas como lesiones de médula espinal y degeneración macular. Las células madre mesenquimatosas (MSCs) están presentes en la médula ósea, tejido adiposo, en el cordón umbilical resultan efectivas para la fibrosis peritoneal y regeneración de tejidos. Así mismo, estas células provenientes del cordón umbilical se utilizan para tratar la diabetes tipo 1 y 2, mejorando la función de las células beta. Las células madre pluripotentes inducidas (iPSCs) son células adultas reprogramadas para potenciar sus características pluripotentes. Estas tienen aplicaciones en la regeneración de tejidos dañados y la restauración de funciones neuronales. Las terapias mencionadas se encuentran en desarrollo y requieren investigación para estandarizar su uso y monitorear resultados a gran escala ya que pueden resultar muy útiles en el trasplante de órganos y tratamiento de trastornos inmunológicos (17). Las investigaciones se centran en mejorar la eficacia y la tolerancia de los trasplantes de células madre (17)
--	----------	------	----------------------	--	--

Discusión

En las últimas dos décadas, la medicina regenerativa ha tenido grandes avances en diversos ámbitos como la biología molecular, ingeniería biomédica, bioquímica, física, y ética. Uno de estos avances es la bioimpresión 3D que permitiría la generación de órganos y tejidos funcionales en el laboratorio. La bioimpresión 3D consiste en la técnica de fabricación de tejidos y órganos tridimensionales, utilizando células vivas como materia prima (18). Este avance incluye el diseño y la fabricación de estructuras biológicas con materiales biocompatibles, a base de andamios y células madre y que son controladas por una computadora para crear modelos tridimensionales complejos(6). Este proceso se asemeja a la impresión 3D convencional, sustituyendo la tinta por biomateriales y células.

Luego de la bioimpresión el tejido u órgano es sometido a un bioproceso de incubación para favorecer la maduración celular, el uso de factores de crecimiento para inducir la diferenciación celular, así como la implementación de técnicas de perfusión para favorecer la formación de vasos sanguíneos en órganos. Sin embargo, la vascularización de tejidos y el desarrollo de nuevos biomateriales continúa siendo un desafío para la bioimpresión 3D(14). Al respecto, Castellanos-Garzón(16), en sus estudios ha incluido un material tecnológico de bioimpresión fabricando tres estructuras con distintas geometrías diseñadas para posibles aplicaciones de otorrinolaringología y ortopedia. Asimismo, Aguilar(16) en su trabajo de investigación señala que este método de medicina regenerativa es muy prometedor para mejorar el trasplante de órganos y la medicina personalizada.

Otro avance significativo encontrado en los artículos de revisión respecto de la medicina regenerativa es la reprogramación celular que consiste en el desarrollo de terapias basadas en células madre inducidas, para la regeneración de tejidos dañados y órganos dañados o enfermos(8). Las células troncales son las denominadas células madre que tienen la característica de autorrenovarse y dividirse para producir nuevas células madre o especializa-

das. Además, pueden liberar moléculas que ayudan a reparar el daño provocado por lesiones o enfermedades y el envejecimiento (10).

Las células madre sirven como tratamientos en tejidos musculoesqueléticos, la regeneración del corazón, el hígado y el sistema nervioso central. De allí que(8) Lehmann et al., (2018) señala que los tratamientos con células madre se convierten en un tratamiento alternativo para las enfermedades como el Parkinson y el Alzheimer; así como la aplicación terapéutica para lesiones e injertos.

Es así que, Las principales aplicaciones de la medicina regenerativa se encuentran en la reproducción de tejidos, para tratar lesiones traumáticas, degenerativas o congénitas del sistema musculoesquelético tales como fracturas óseas, lesiones de cartílago y tendones, y enfermedades como la osteoartritis(18). Mediante el uso de células madre, biomateriales y factores de crecimiento, se pueden desarrollar terapias para promover la regeneración de tejidos musculoesqueléticos, restaurando su estructura y función de manera efectiva.

Otra aplicación clave de la medicina regenerativa es la regeneración de órganos y tejidos vitales. Esta área de investigación busca abordar enfermedades crónicas y degenerativas, así como la escasez de órganos para trasplantes. Estas terapias regenerativas ofrecen nuevas esperanzas para pacientes con enfermedades terminales, brindando la posibilidad de tratamientos más efectivos y menos invasivos en el futuro. Aguilar(15) en su estudio experimental demostró que el trasplante de organoides epiteliales desarrollados a partir de células madre es efectivo para el tratamiento enfermedades que afectan negativamente el epitelio intestinal, ya que lo experimentó con ratones que sufría de colitis aguda, logrando un tratamiento exitoso. Esta aplicación es bastante prospectiva para el tratamiento regenerativo de varias enfermedades humanas.

A pesar de sus prometedoras aplicaciones, la medicina regenerativa enfrenta diversos desafíos que limitan su aplicación plena. Entre ellos se encuentra la necesidad de superar las barreras inmunológicas y garantizar la compatibilidad de los tejidos regenerados con el sistema inmunitario del re-

ceptor, especialmente en el caso de trasplantes de tejidos y órganos(18). Además, la identificación de biomateriales adecuados y la optimización de las técnicas de cultivo celular son esenciales para garantizar la vascularización y funcionalidad de los tejidos biofabricados a través de la impresión 3D (14).

Otros desafíos incluyen la generación de cantidades adecuadas in vitro de cantidades suficientes de células madre, evitando que la muestra se exponga a peligros como contaminaciones o transformaciones malignas(19). Finalmente, de acuerdo con Quesada Leyva et al. (20) es menester considerar el aspecto ético, la regulación, los riesgos y seguridad de los tratamientos regenerativos para su aplicación con los humanos. La investigación continua y la colaboración interdisciplinaria son fundamentales para abordar estos desafíos y aprovechar plenamente el potencial de la medicina regenerativa en beneficio de la salud humana.

Conclusiones

Los avances recientes en medicina regenerativa, como la bioimpresión 3D, han mostrado un gran potencial para la fabricación de tejidos y órganos funcionales anatómicamente en laboratorios. Esta técnica permite la creación de estructuras biológicas complejas utilizando células vivas y biomateriales, lo que podría revolucionar campos médicos como la otorrinolaringología y la ortopedia.

La reprogramación celular, otro avance importante en medicina regenerativa, ofrece nuevas esperanzas para el tratamiento de una variedad de enfermedades, así como para las lesiones. Esta estrategia, que implica el desarrollo de terapias basadas en células madre inducidas, podría ser clave en el tratamiento de diversas afecciones, desde daños musculoesqueléticas hasta trastornos neurodegenerativos como el Parkinson y el Alzheimer.

Las aplicaciones principales de la medicina regenerativa se centran en la regeneración de tejidos musculoesqueléticos y órganos vitales, como el corazón, el hígado y el sistema nervioso central. Estos avances representan un cambio de paradigma en el tratamiento de enfermedades crónicas y

degenerativas, ofreciendo nuevas esperanzas para pacientes con condiciones médicas graves. Sin embargo, a pesar de sus prometedoras aplicaciones, la medicina regenerativa enfrenta desafíos importantes que deben abordarse. Estos incluyen la necesidad de garantizar la compatibilidad inmunológica de los tejidos regenerados, así como aspectos éticos y voluntad en las donaciones, las regulaciones y consideraciones de seguridad que requieren atención rigurosa.

El tema de la medicina regenerativa es apasionante, ya que abre la puerta a un futuro donde las enfermedades crónicas y lesiones graves podrían tratarse de manera más efectiva y menos invasiva. Sin embargo, para lograr este objetivo, se requiere una investigación continua y una colaboración interdisciplinaria más estrecha. Se necesita una investigación experimental más profunda para comprender mejor los mecanismos celulares y moleculares involucrados en la regeneración de tejidos y órganos, así como para desarrollar nuevas tecnologías y enfoques terapéuticos. Además, se necesitan más estudios clínicos y ensayos para evaluar la seguridad y eficacia de las terapias regenerativas en humanos. Así como tomar en cuenta las consideraciones éticas que implica esta medicina que puede ser tema para investigaciones posteriores.

En conclusión, la medicina regenerativa representa una evolución en el abordaje de enfermedades crónicas y lesiones graves, al ofrecer alternativas terapéuticas innovadoras basadas en el uso de células madre, biomateriales y tecnologías emergentes como la bioimpresión 3D u los organoides. Si bien los avances científicos han demostrado un alto potencial para la regeneración de tejidos y la personalización de tratamientos, aún persisten desafíos éticos, técnicos y regulatorios que requieren atención para garantizar su seguridad, eficacia y accesibilidad. La consolidación de este campo dependerá del fortalecimiento de la investigación interdisciplinaria, la estandarización de procedimientos y una regulación clara que permita su adecuada integración en la práctica clínica.

Referencia

- 1 Julia R, Aurora N, León K, Riccis S, Yolaidays I, Travieso N. Antecedentes de aplicación de la terapia celular como tecnología sanitaria en enfermedades médicas y estomatológicas . In: Hematología [Internet]. 2023. p. 1–8. Available from: <https://hematologia2023.sld.cu/index.php/hematologia23/2023/paper/view/301/68>
- 2 Quesada Leyva L, Barrios CG, Díaz ZF. Ética En El Campo De La Investigación En Medicina Regenerativa. Rev Cuba Hematol Inmunol y Hemoter [Internet]. 2021;37(4):1–18. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/hih/v37n4/1561-2996-hih-37-04-e1413.pdf>
- 3 Isaza CA, Henao J, Aranzazu J. La medicina regenerativa: fundamentos y aplicaciones. Rev Médica Risaralda [Internet]. 2018;24(2):119–24. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmri/v24n2/0122-0667-rmri-24-02-119.pdf>
- 4 Alkhraisat MH, Troya M, Zalduendo M, Anitua E. Nuevos enfoques hacia el desarrollo de estrategias más seguras en medicina regenerativa [Internet]. Dossier Científico. Vitoria; 2019. Available from: <https://fundacioneduardoanitua.org/wp-content/uploads/2020/01/Artículo-2-nuevos-enfoques-hacia-el-desarrollo-de-estrategias-mas-seguras-en-medicina-regenerativa.pdf>
- 5 Madan Patel G, Borah N, Kumar G. Influencia de los avances en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa en el progreso y la evolución de la salud. Salud, Cienc y Tecnol. 2023;3.
- 6 López-león M, Lehmann M, Goya RG. El Tratamiento De Enfermedades Neurodegenerativas. In: Master en Trastornos del Movimiento. Viguera Editores SLU; 2017. p. 39.
- 7 Weinstein-Opppenheimer C, Acevedo C. III CONGRESO DE TEJIDOS Y MEDICINA REGENERATIVA. In: ARS Médica revista de ciencias médicas. 2023. p. 1–55.

8. Lehmann M, Mallat MC, Chiavellini P, Brown OA, Goya RG. Enfermedades neurodegenerativas Y Reprogramación Celular: Potencial Terapéutico Y Promesa De Rejuvenecimiento. In: Master en Trastorno del Movimiento [Internet]. 2018. p. 1–32. Available from: https://www.inibiolp.org.ar/Descargas/Publicaciones_Goya_PDF/Lehmann-2018Murcia.pdf
9. Cuende N, Álvarez-Márquez AJ, Díaz-Aunión C, Castro P, Huet J, Pérez-Villares JM. The regenerative medicine and stem cell business: confusion with legal implications. GacSanit [Internet]. 2021;35(4):374–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.12.004>
10. Pacios J, Barrosos M. Medicina regenerativa, sus aplicaciones y fundamentos. In: Medicina regenerativa, sus aplicaciones y fundamentos. 2023. p. 1–7.
11. Martínez de Hoyo K, Ortega Enciso A, Mendoza Beltrán F, Reynolds Pombo J. Células madre como alternativa al marcapaso transvenoso. Rev Colomb Cardiol [Internet]. 2020;27(4):294–302. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.09.017>
12. Rodríguez PB. ¿Cómo cambiará el tratamiento de la piel con los avances investigativos? [Internet]. Vol. 4, Revista Neuronum. 2018. Available from: <https://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/111/101>
13. Aguilar PC. Avances en el desarrollo de organoides como modelo de estudio en medicina regenerativa. Universitat de les Illes Balears; 2018.
14. Viera Valencia LF, García Giraldo D. Estudio comparativo de bioimpresoras desde procesos aditivos con biomateriales para la creación de órganos y tejidos enfocados en el área biomédica [Internet]. Vol. 2, Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952. Universidad ECCI; 2019. Available from: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3891>
15. Aguilar R, Cáceres A. Plasma rico en plaquetas como terapia autóloga en la medicina regenerativa: Revisión narrativa. Ciencia, Tecnol y

- Salud [Internet]. 2020;7(3):442–60. Available from: <https://revistas.usac.edu.gt/index.php/cytes/article/view/946>
16. Castellanos Garzón JA, Correa Quiceno MJ, Peñaranda Armbrrecht J, Holguín Ruiz JA, Rey Piedrahíta A. Estandarización de un protocolo de bioimpresión 3D para la construcción de andamios con un potencial uso en ingeniería de tejidos. In: EIEI ACOFI [Internet]. Cartagena de Indias-Colombia; 2023. p. 1–10. Available from: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/3384/2245>
 17. Mahla RS. Stem cells applications in regenerative medicine and disease therapeutics. Int J Cell Biol. 2016;2016.
 18. Yamauchi G, Mautor D. Medicina regenerativa. Nuevo abordaje para el dolor músculo-esquelético. [Internet]. Vol. 28, Separata 2020. 2020. 36 p. Available from: <https://www.montpellier.com.ar/Uploads/Separatas/Separata Medicina Regenerativa.pdf>
 19. Gavidia G, Soudah E, Martín-Landrove M, Cerrolaza M. Generación de modelos discretos de tejidos del ser humano a través del preprocesamiento y segmentación de imágenes médicas. Rev Int Metod Numer para Calc y Disen en Ing. 2011;27(3):200–26.
 20. QuesadaL, LeónC, QuintanaE. ÉTICA EN LA MEDICINA REGENERATIVA Y TRATAMIENTO CON PLASMA RICO EN PLAQUETAS. In: Ciencias Básicas Biomédicas en Granma Manzanillo [Internet]. 2021. p. 1–10. Available from: <https://cibamanz2021.sld.cu/index.php/cibamanz/cibamanz2021/paper/viewFile/26/11>
 21. Hosseini S, Taghiyar L, Safari F, Baghaban Eslaminejad M. Regenerative Medicine Applications of Mesenchymal Stem Cells. Adv Exp Med Biol. 2018;1089:115-141. doi: 10.1007/5584_2018_213. PMID: 29767289.

Copyright (c) 2025 Luis Cueva Criollo Emily Juliet



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)