

APLICACIONES DE LUZ LÁSER EN REGENERACIÓN DE TEJIDOS CON CÉLULAS MADRE EN HUMANOS; SUS VENTAJAS Y DESVENTAJAS



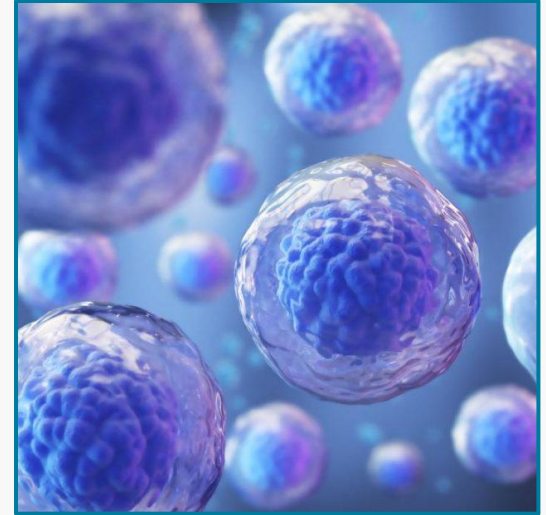
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Laura Yulieth Alejo Marin - Claudia Marily Avendaño Pira

Bacteriología y Laboratorio Clínico
2023 - II

Tabla de contenido

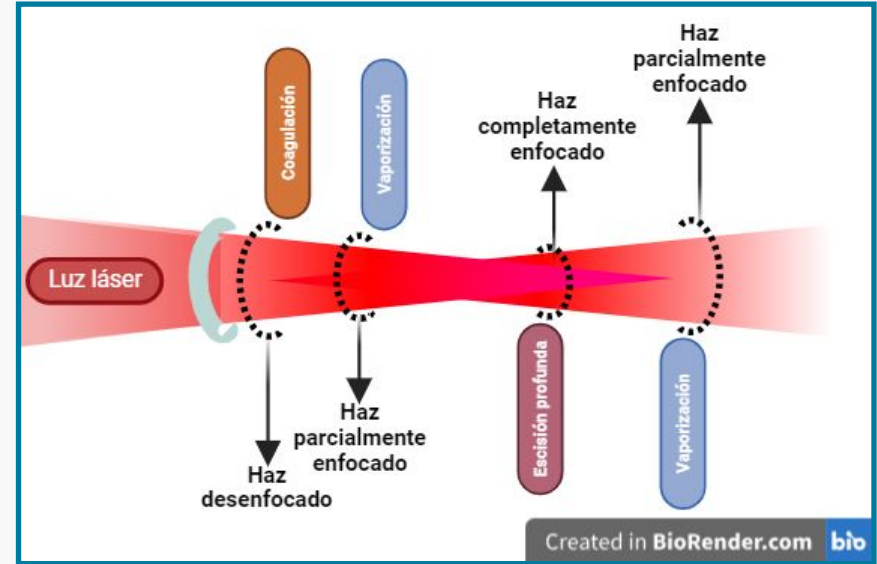
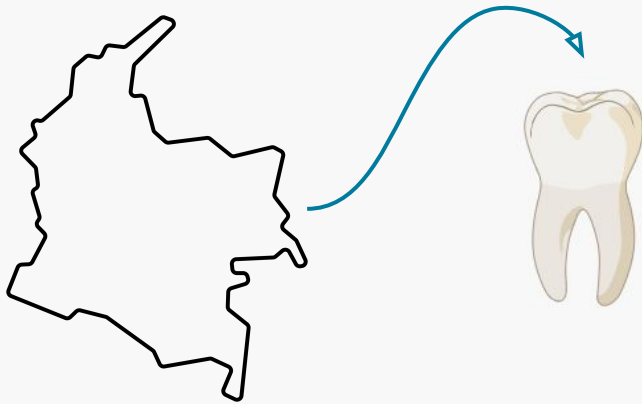
1. Justificación
2. Antecedentes
3. Objetivo general y Objetivos específicos
4. Metodología
5. Resultados y discusión
6. Conclusiones
7. Recomendaciones



Justificación

Existe falta de investigación en tratamientos con células madre *in vivo* en humanos, los estudios *in vitro* se limitan a cultivos celulares y algunos modelos animales.

En Colombia ha sido mayormente estudiado a nivel de medicina odontológica, donde se realiza cultivo celular de tejido dental irradiado con láser, a comparación con el resto de países que tienen mayor estudio en otras áreas como neurología.



El surgimiento de la tecnología láser ha potenciado el avance de la medicina, su uso ha demostrado ser de gran ayuda para la estimulación celular.

Así mismo se evidencia la falta de investigación práctica en el uso de irradiación láser en células madre para la regeneración de tejidos humanos.

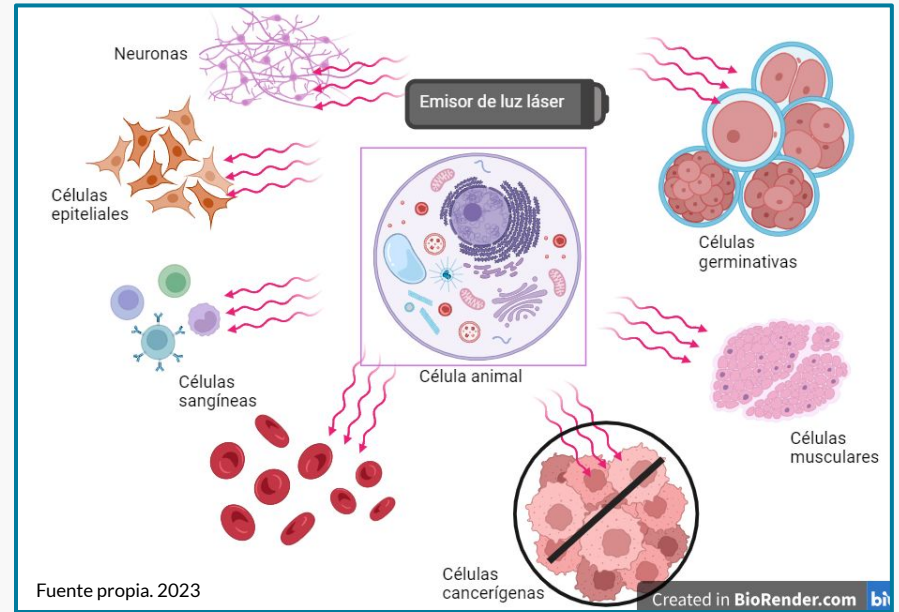
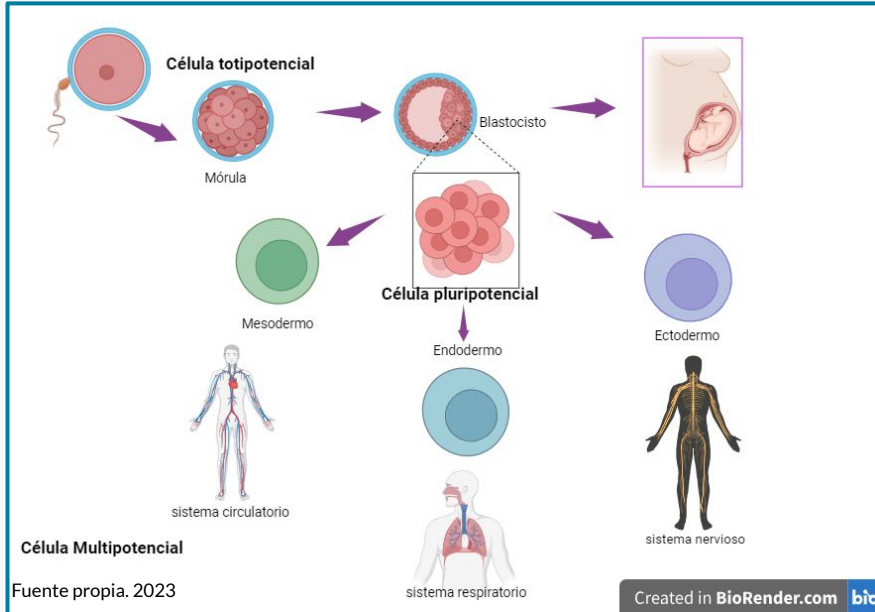
Células madre

Tecnología láser

Estas células se diferencian así:

- Totipotenciales, pluripotenciales y multipotenciales.
- Diferenciar y especializar donde sean necesarias.

- El láser estimula de manera directa las mitocondrias de las células.
- Se conocen tres tipos de efectos: fotoquímicos, fototérmicos y fotomecánicos



Zhu T, et al. The development of stem cell-based treatment for liver failure. *Current Stem Cell Research & Therapy*. 2017. Nourian D, et al. Skin tissue engineering: wound healing based on stem-cell-based therapeutic strategies. 2019. Gaddam S, et al. Adult stem cell therapeutics in diabetic retinopathy. 2019. Do T, et al. Efficient Isolation and Long-term Red Fluorescent Nanodiamond Labeling of Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cells for the Effective Differentiation into Hepatocyte-like Cells. 2020. Oron A, et al. Photobiomodulation therapy to autologous bone marrow in humans significantly increases the concentration of circulating stem cells and macrophages: a pilot study. 2022

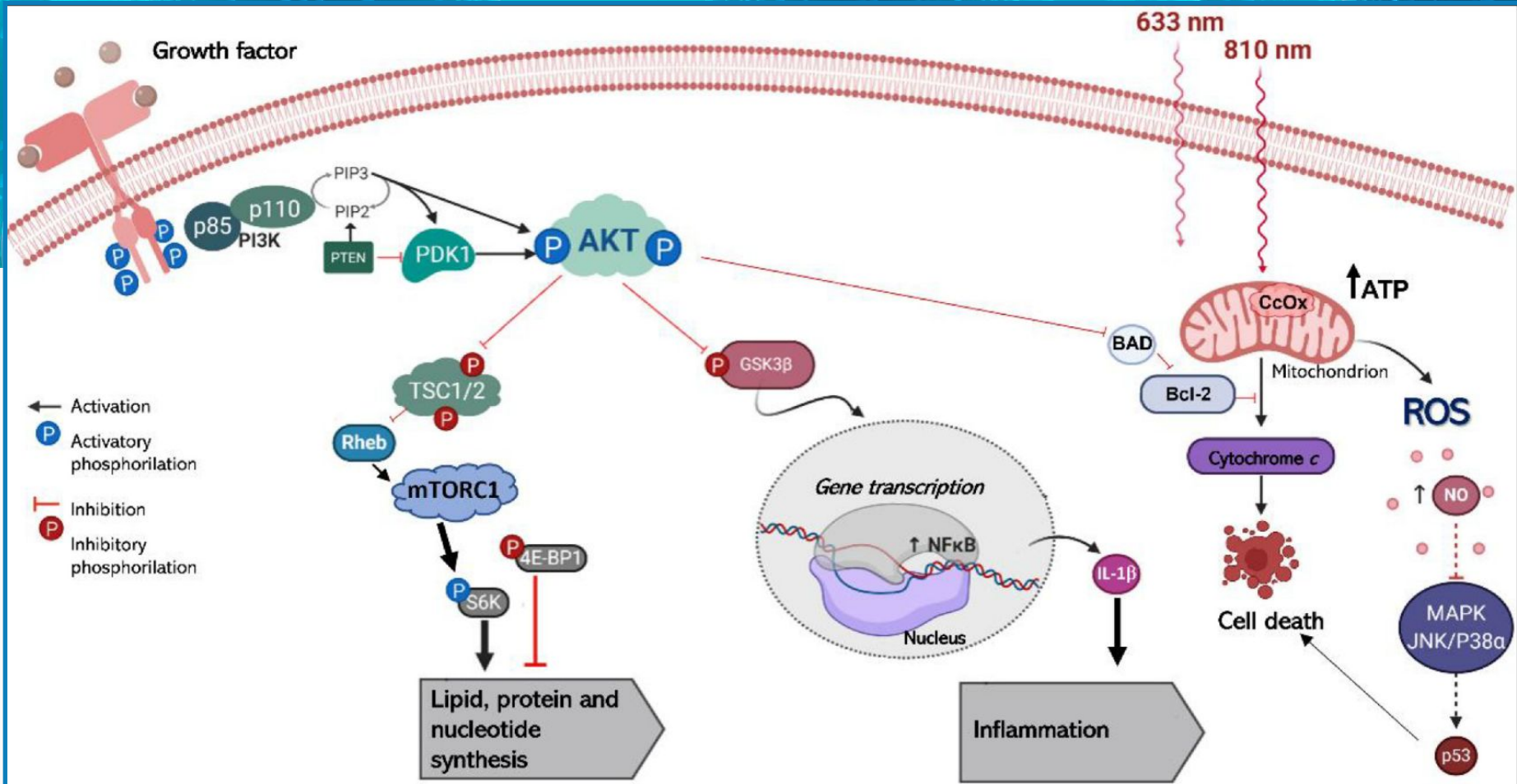
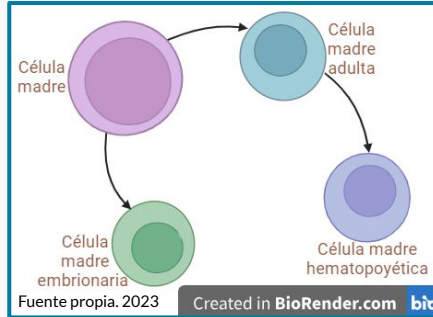
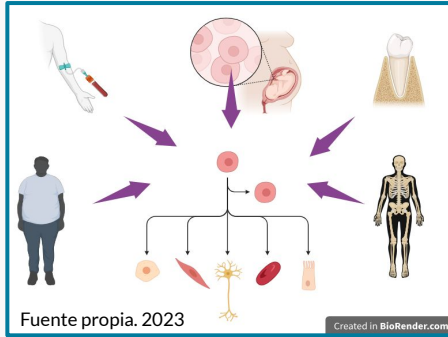


Figura 24. Prado M, Belotto R, Tardivo J, Baptista M, Martins W. Mecanismo molecular de fotobiomodulación relacionado a regeneración de tejido. Brasil. Journal of Photochemistry and Photobiology. 2023.

Antecedentes



- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

- Rubí, Xenón, Helio-Neón, Erbío, etc.

Láser

- Resultados efectivos en poco tiempo y menor intervención de tejidos.

- Cirugía, Optometría, Ginecología, Dermatología, etc.

Resultados de uso

Uso de células madre

- Estrategias de reparación tisular con células adiposas, dentales y hematopoyéticas.
- Daño en tejido dental, neovascularización.

Avance

- Capacidad de proliferación y diferenciación.
- Tratamiento único con injertos y trasplantes procedentes de donantes

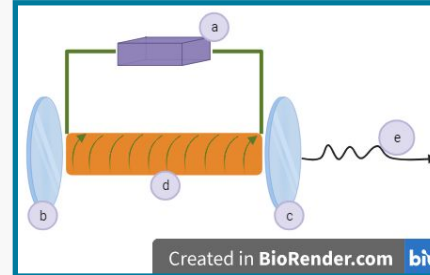
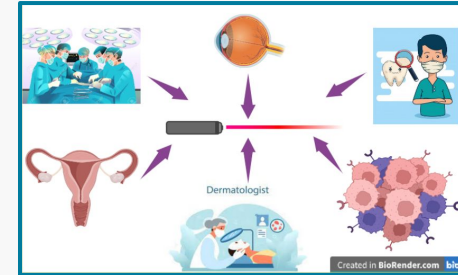


Figura 1. (a) Fuente de poder, (b) Espejo, (c) semi-espejo, (d) Barra de Rubí con una lámpara de Xenón pulsada, (e) Pulso luminoso.



Fuente propia. 2023

2008

2013

2015

2020

Objetivo general

Determinar por medio de una revisión bibliográfica las aplicaciones de la estimulación con luz láser en tratamientos de regeneración de tejidos con células madre en humanos.

Objetivos específicos

Comparar

Las fases del proceso de generación celular promovida de forma natural y por medio de estimulación láser.

Analizar

Los usos potenciales del láser en el área de la salud.

Identificar

Las ventajas y desventajas que implica el uso de luz láser en regeneración de tejidos con células madre en humanos.

RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE DATOS

Artículos-base de datos

AÑO	CONTINENTE	PAIS	TITULO DE LA PUBLICACION	Revista	Revista de medicina	Revista de medicina
2012	Asia	Tailandia	Efectos de la inducción láser a través de la sangre en la deficiencia mitocondrial y en el estrés oxidativo en células con función mitocondrial alterada	Journal of Biomedical Optics	Láser	Neurología
2007	Asia	Japón	Intervención Láser Diodo Inducida-Láser fotónico de Wave Therapy	Journal of Biomedical Optics	Láser	Optología
2010	América del Sur	Argentina	El láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2008	América del Sur	Colombia	Modificación de la estructura de la retina por láser de diodo	Journal of Biomedical Optics	Láser	Neurología
2008	América del Sur	Venezuela	Aspectos de la inducción láser a través de la sangre en la deficiencia mitocondrial y en el estrés oxidativo en células con función mitocondrial alterada	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	América del Sur	Venezuela	El láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	América del Sur	Venezuela	El láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	América del Sur	Venezuela	El láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2013	Europa	España	Protocolo de selección y procesamiento de células madre vítreas de tejido vítreo humano	Journal of Biomedical Optics	Láser	Optología
2010	América del Sur	Colombia	La inducción láser a través de la sangre en la deficiencia mitocondrial y en el estrés oxidativo en células con función mitocondrial alterada	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	América del Sur	Brasil	Láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	Asia	Tailandia	Tratamiento con láser de diodo en la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Optología
2013	América del Sur	Uruguay	Aplicación y aplicación de la inducción láser a través de la sangre en la deficiencia mitocondrial y en el estrés oxidativo en células con función mitocondrial alterada	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	América del Sur	Venezuela	El láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	América del Sur	Venezuela	El láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología
2010	América del Sur	Venezuela	El láser de diodo en el tratamiento de la hiperplasia de la lengua	Journal of Biomedical Optics	Láser	Otorrinolaringología

Bases de información

124 artículos

Análisis de datos

EXCEL

Criterios de elegibilidad

Año, continente y aplicación

Tema y naturaleza

Aplicaciones y continentes

Pubmed



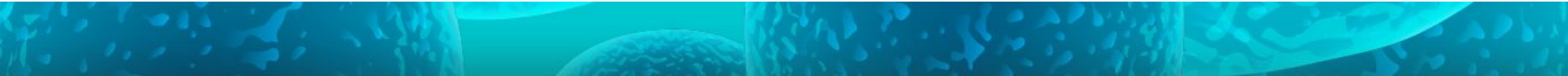
ScienceDirect



ScienceDirect



Análisis de resultados y discusión

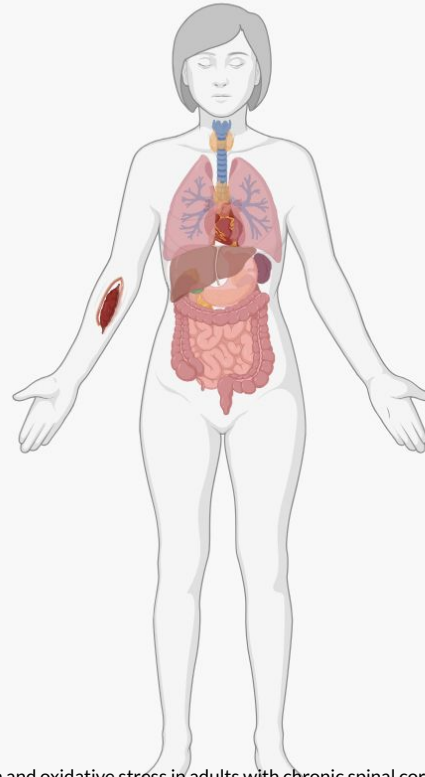
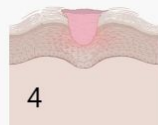
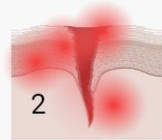
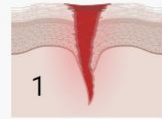


Fases de generación celular

Objetivo 1

Generación celular con láser

1. Cicatrización
2. Inflamación
3. Coagulación
4. Producción de células nuevas
5. Manejo de radicales libres
6. Manejo del ATP



1. Aumento de oxígeno
2. Disminución de CO₂
3. Estimulación celular en médula ósea
4. Disminuye mediadores de inflamación
5. Aumenta poblaciones de leucocitos
6. Disminución de radicales libres
7. Activa vías metabólicas

Objetivo 2

Células madre : 36
Aplicaciones del láser : 40
Células madre y láser : 48



Figura 15. Distribución de publicaciones por tema

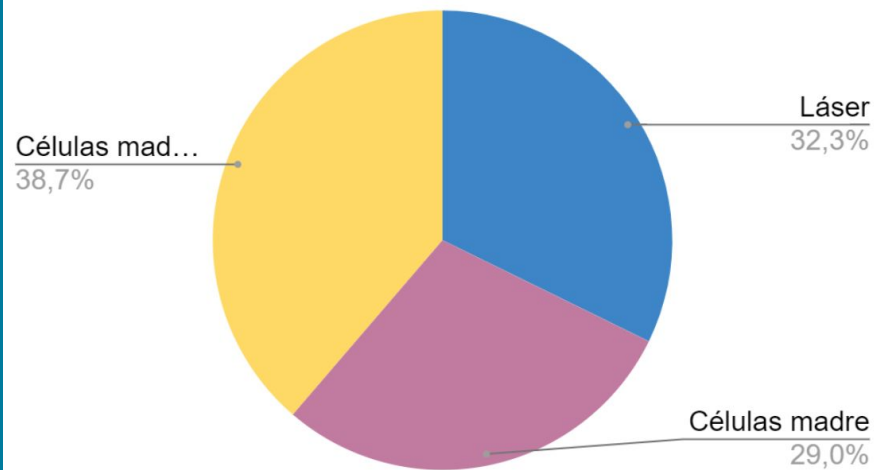
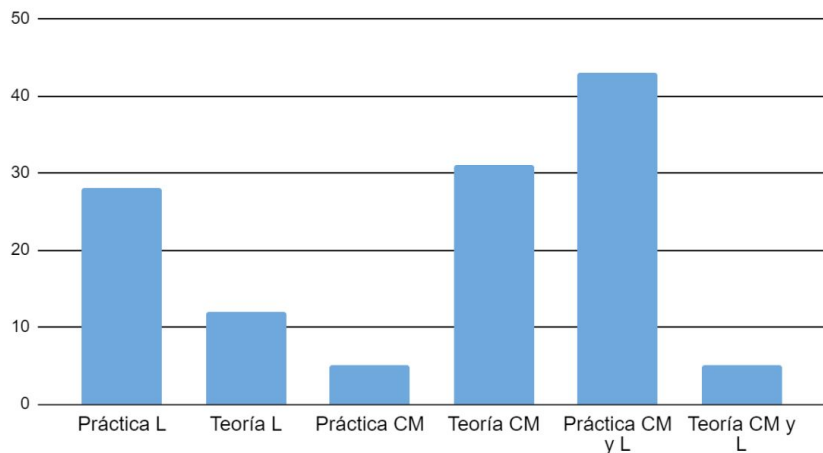


Figura 16. Distribución de publicaciones por su naturaleza



- CM (Células Madre)
- L (Láser)

Aplicaciones de tecnología láser

Figura 17. Aplicaciones de tecnología láser

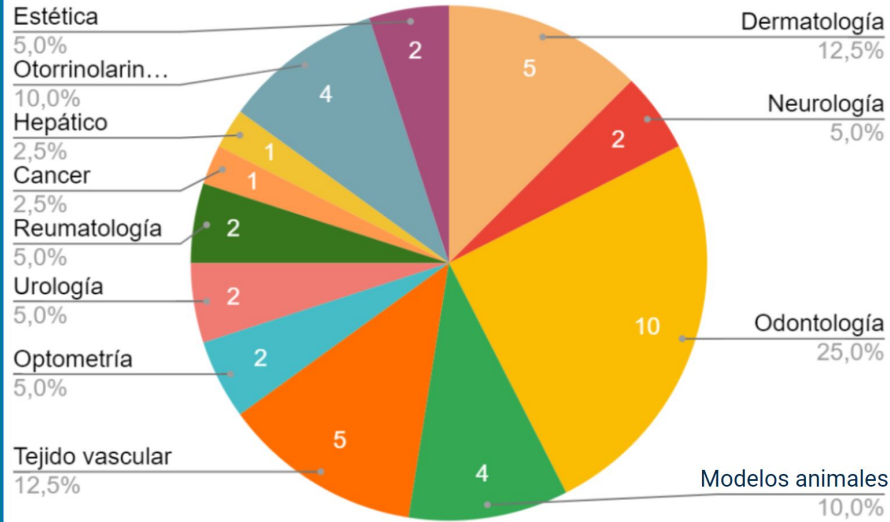
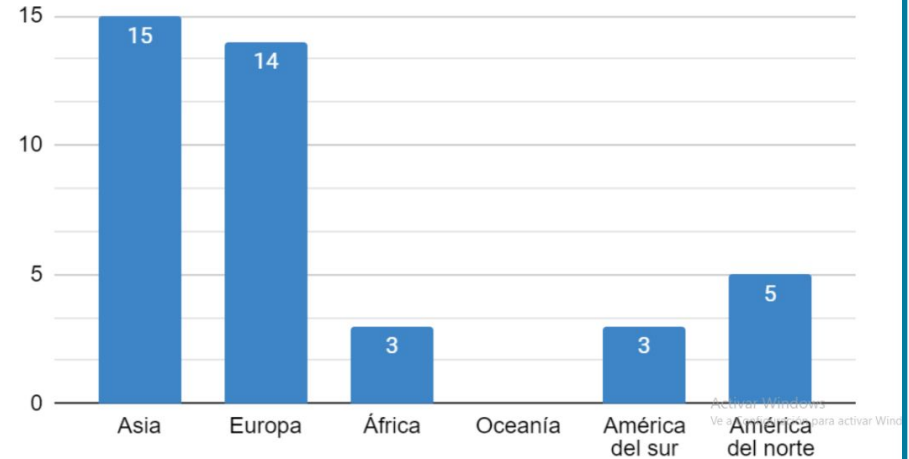


Figura 18. Publicaciones de tecnología láser en los diferentes continentes



Terapia regenerativa con células madre

Figura 19. Aplicaciones de terapia regenerativa con células madre

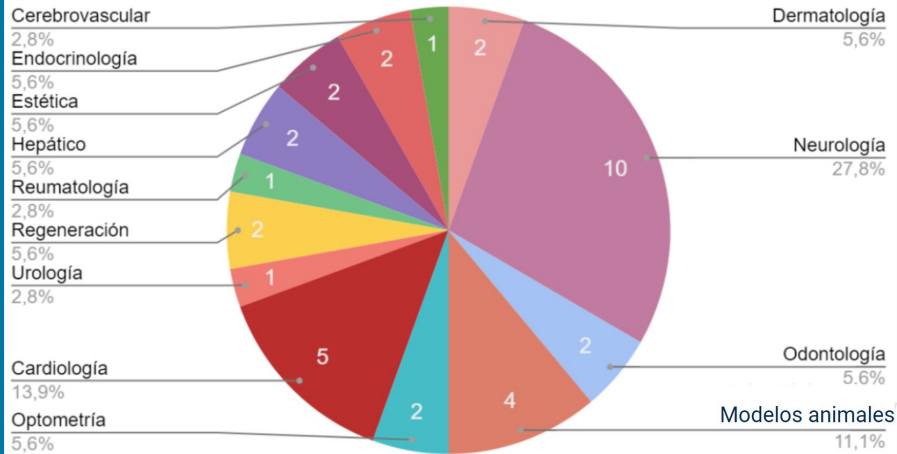
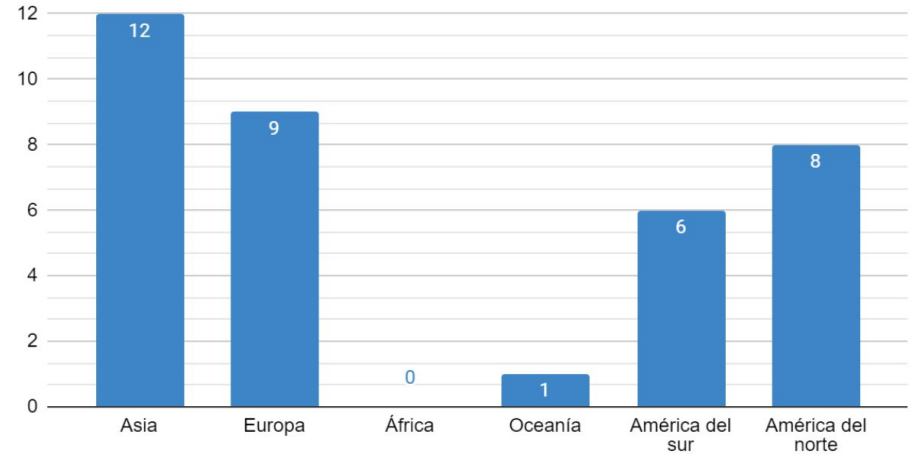


Figura 20. Publicaciones de terapia regenerativa con células madre en los diferentes continentes



Fernández A, et al. Regeneración de la superficie ocular: stem cells/células madre y técnicas reconstructivas. 2008. Zumbado-Salas G, et al. Recolección de células madre en sangre periférica mediante aféresis de grandes volúmenes. 2014. Mead B, et al. Stem cell treatment of degenerative eye disease. 2015 Shao A, et al. Crosstalk between stem cell and spinal cord injury: pathophysiology and treatment strategies. 2019. Kwon M, et al. Allogeneic stem-cell transplantation in HIV-1-infected patients with high-risk hematological Disorders. 2019. Francia A, Get al Establecimiento e implementación de un protocolo simplificado de expansión y cultivo de Células Madre de Pulpa Dental Humana (DPSC). 2021

Terapia regenerativa con células madre y láser

Figura 21. Aplicaciones de terapia regenerativa con células madre y láser

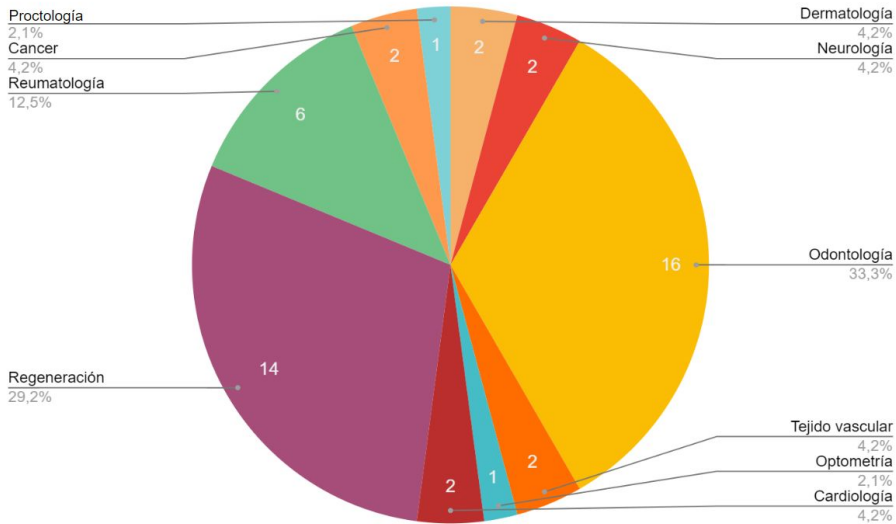
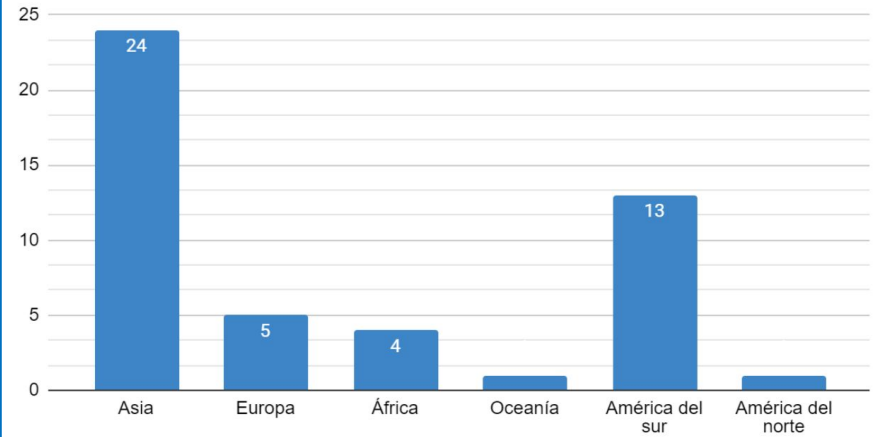


Figura 22. Publicaciones de terapia regenerativa con células madre y láser en los diferentes continentes



Objetivo 3.

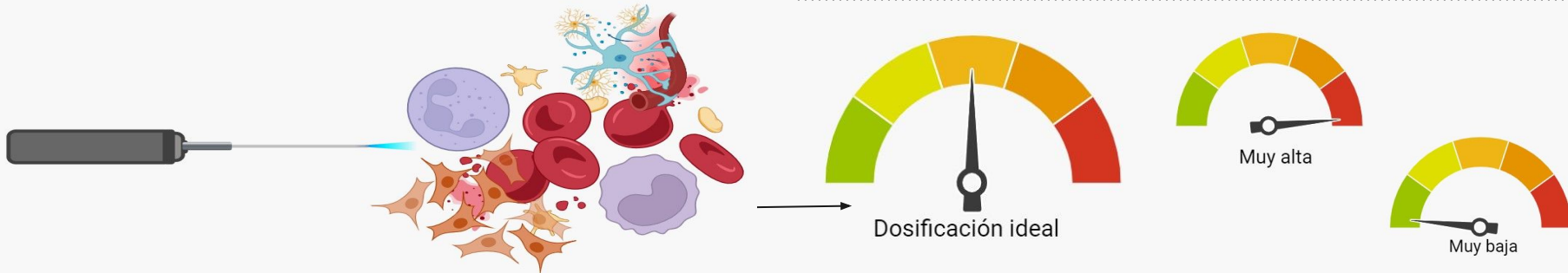
Ventajas y desventajas de la regeneración de tejidos irradiada con láser

Ventajas

1. Estimulación a la mitocondria.
2. Procesos celulares.
3. Ayuda a la señalización celular.
4. Manejo de algunas enfermedades crónicas.
5. Uso médico y quirúrgico.
6. Diferenciación y proliferación.

Desventajas

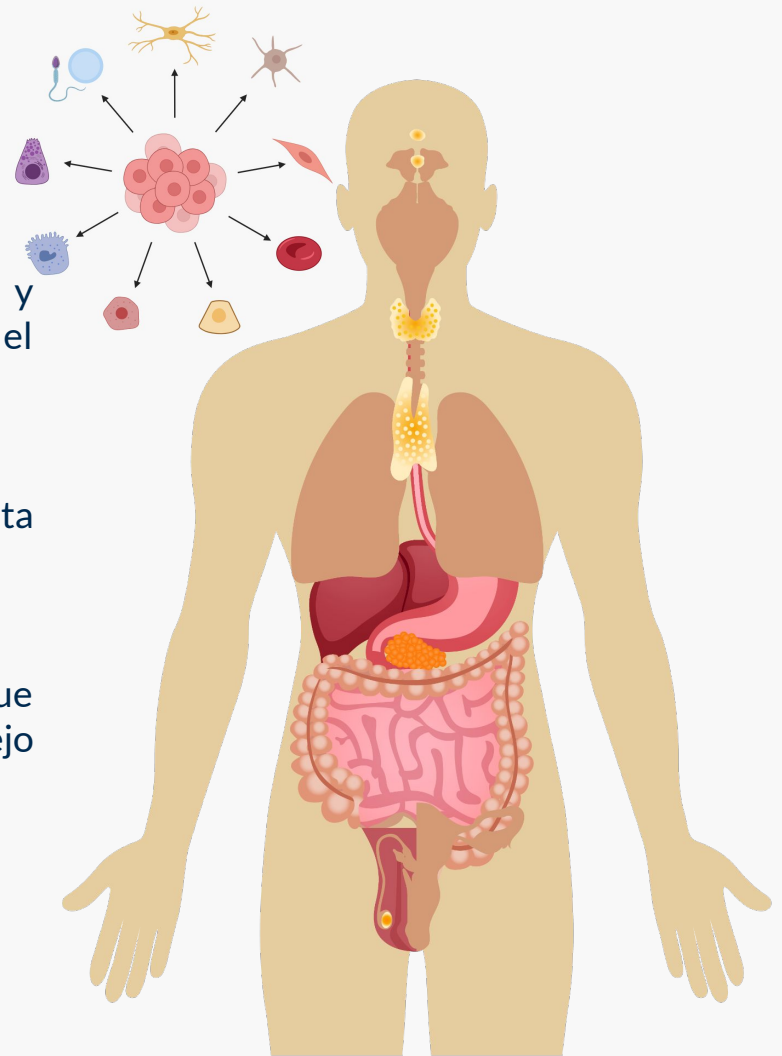
1. Falta de capacitación.
2. Errores en dosificación
3. Puede estar contraindicado según el caso.
4. El tratamiento requiere de un equipo más sofisticado.



Conclusiones

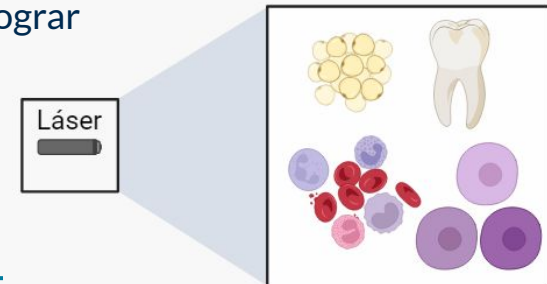
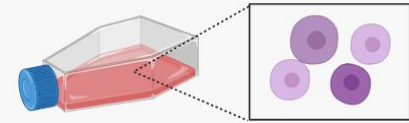
Además se demuestra que:

- Se logró establecer que la irradiación láser potencia y acelera el metabolismo de las células y ayuda a mantener el equilibrio homeostático.
- Se analizó la aplicabilidad del láser desde la consulta hasta los procesos quirúrgicos y postquirúrgicos.
- Se establecen las ventajas y desventajas encontrando que todo depende principalmente del conocimiento y manejo del equipo para la adecuada dosificación.



Recomendaciones

- Incentivar la inversión y el estudio práctico clínico con más enfoque en los humanos y así permitir que se introduzca en la cotidianidad de la consulta clínica.
- Inducir al uso de las técnicas de obtención de células madre de diferentes tejidos y que sean potenciados durante su cultivo y diferenciación con irradiación láser.
- Realizar investigaciones que introduzcan protocolos de uso y aplicación del láser en la regeneración de tejidos con el fin de lograr estandarizar las dosificaciones más eficientes.



Protocolo aplicación de láser en tratamientos de células madre para regeneración de tejidos en humanos



En la primera etapa se realiza el estudio del paciente

Análisis del tratamiento, planeación de los procesos a realizar y toma de muestras. Teniendo claro todo lo anterior se realiza el estudio y evaluación de técnica de obtención de células madre



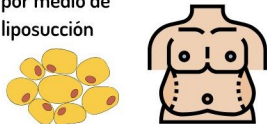
Tejido Sanguíneo

En algunos casos se requiere de la movilización desde médula ósea y se puede extraer por medio de aféresis.



Tejido adiposo

Se debe realizar en las partes con mayor contenido de grasa como el abdomen, por medio de liposucción



Tejido dental

Se obtiene de la pulpa dental de dientes sin erupcionar, para ello se requiere la extracción de la pieza dental y su posterior apertura para obtener la pulpa



Con ello se procede a su procesamiento

Almacenamiento y procesamiento de células madre en el laboratorio

Luego de extraer el tejido que se requiere para la obtención de células madre, se mantienen en refrigeración y en medios de transporte con antibióticos, se procesan lo más rápido posible



Tejido Sanguíneo

Al usar los factores de estimulación se realiza una comprobación a los 5 días y se extrae la sangre por medio de aféresis



Tejido adiposo

El tejido se procesa realizando lisados enzimáticos, físicos y químicos para purificar las células y prepararlas para su cultivo



Tejido dental

Al llegar la pieza dental al laboratorio, se corta por la mitad para extraer la pulpa y esta se lava con PBS para su cultivo



Para tener en cuenta

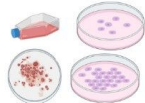
Todo debe realizarse en completa asepsia, y esterilización. Se debe realizar todo en cámara de flujo para evitar contaminación del tejido

Cultivo y preservación de células madre y estimulación con irradiación láser

Con el pretatamiento listo se procede a su cultivo en medios Alfa MEM, DMEM (Eagle modificado por Dulbecco). suplementados con antibiótico y anti micóticos

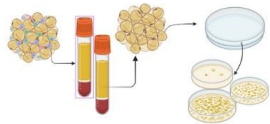
Tejido Sanguíneo

Se cultiva con medios enriquecidos con suero fetal bovino, penicilina/estreptomicina, glucosa, humedad al 85%, CO2 al 5% y a 37°C



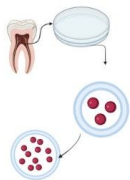
Tejido adiposo

Se usa el filtrado final del proceso de lisado, se usan medio DMEM suplementado con penicilina estreptomicina, suero fetal bovino, anfotericina B



Tejido dental

Se usa la pulpa dental cortada en cubos no mayores a 1mm y se llevan a medio Alfa MEM, antibióticos, antimicóticos y a las mismas condiciones de atmosfera y CO2 de las demás



Para tener en cuenta

Todas se cultivan a 37°C, con CO2 del 5% y 85% de humedad. El cultivo se revisa cada 3 días y se realizan pases cada 5 a 7 días, cuando hay confluencia del 70% o más.

Aplicación e inyección de células madre en el tejido para la reparación

Se puede realizar por medio de infiltración y por movilización. Algunos autores recomiendan manejar los injertos de células con plasma rico en plaquetas y en fibrina para mejorar su acondicionamiento.



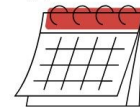
Uso de láser

Se realiza estimulación e irradiación con luz láser sobre los tejidos donde se injertaron las células y también durante su cultivo para estimular proliferación y diferenciación



Sesiones de láser

Se deben realizar sesiones periódicas de manera constante durante el tiempo de regeneración en los tejidos para optimizar la cicatrización y procesos celulares.



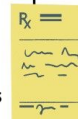
Seguimiento

Controles estipulados desde el inicio del plan de tratamiento para evaluar la progresión de las células implantadas

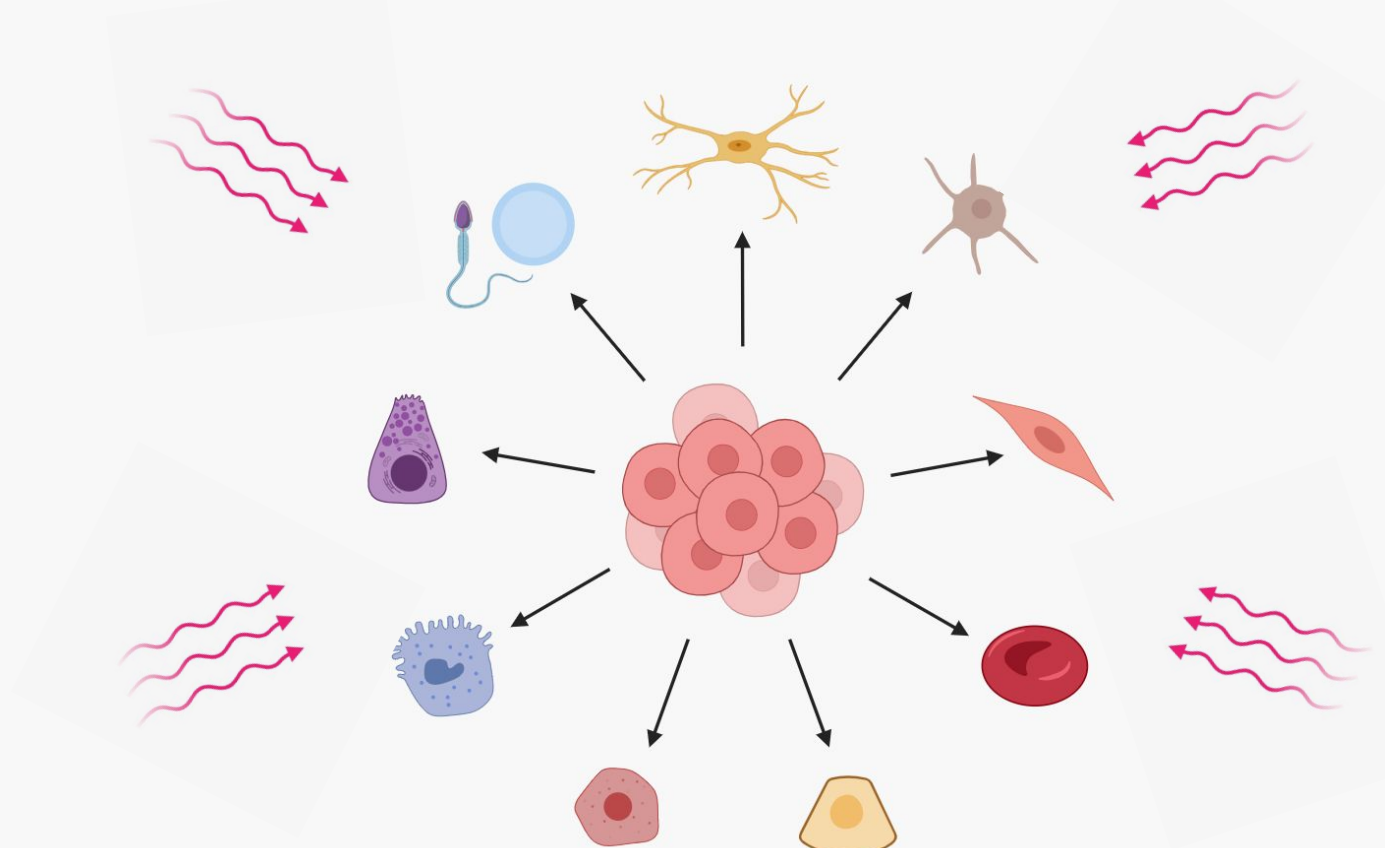


Documentación final

Análisis de resultados y selección de protocolos más eficientes para las restauraciones



Gracias!



Bibliografía

- Gobierno de España, Ministerio de Ciencia e Innovación. Enciclopedia Médica. En: Real Academia Nacional de Medicina de España. España; 2012.
- Huang SF, Tsai YA, Wu SB, Wei YH, Tsai PY, Chuang TY. Effects of intravascular laser irradiation of blood in mitochondria dysfunction and oxidative stress in adults with chronic spinal cord injury. *Photomedicine and laser surgery*. 2012;30(10):579-86.
- Mesquita-Ferrari RA, Alves AN, de Oliveira Cardoso V, Artlheiro PP, Sudaferi SK, Rocha LA, et al. Low-level laser irradiation modulates cell viability and creatine kinase activity in C2C12 muscle cells during the differentiation process. *Lasers in medical science*. 2015;30:2209-13.
- Wu Y, Wang J, Gong D, Xu, Gu H, Yong, Hu S, Shou, Zhang H. Effects of low-level laser irradiation on mesenchymal stem cell proliferation: a microarray analysis. *Lasers in medical science*. 2012;27:509-19.
- Gholami L, Hendi SS, Saldijani M, Mahmoudi R, Tarzemyan R, Arkian A, et al. Near-infrared 940-nm diode laser photobiomodulation of inflamed periodontal ligament stem cells. *Lasers in Medical Science*. 2022;1-11.
- Zaccara IM, Ginani F, Mota-Filho HG, Henriques ÁCG, Barboza CAG. Effect of low-level laser irradiation on proliferation and viability of human dental pulp stem cells. *Lasers in medical science*. 2015;30:2259-64.
- Fekrazad R, Asefi S, Allahdadi M, Kalhori KA. Effect of photobiomodulation on mesenchymal stem cells. *Photomedicine and laser surgery*. 2016;34(11):533-42.
- Cayan T, Hasanoglu Erbaşar GN, Akca G, Kahraman S. Comparative evaluation of diode laser and scalpel surgery in the treatment of inflammatory fibrous hyperplasia: A split-mouth study. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*. 2019;37(2):91-8.
- Mvula B, Moore T, Abrahamse H. Effect of low-level laser irradiation and epidermal growth factor on adult human adipose-derived stem cells. *Lasers in Medical Science*. 2010;25:33-9.
- Gonzalez JG, Alarcón ER. « Laser» en medicina y cirugía. *Medicina*. 1985;7(3):41-8.
- Karic V, Chandran R, Abrahamse H. Laser-Induced Differentiation of Human Adipose-Derived Stem Cells to Temporomandibular Joint Disc Cells. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2021;53(4):567-77.
- Daigo Y, Daigo E, Fukuoka H, Fukuoka N, Ishikawa M, Takahashi K. Wound healing and cell dynamics including mesenchymal and dental pulp stem cells induced by photobiomodulation therapy: an example of socket-preserving effects after tooth extraction in rats and a literature review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020;21(18):6850.
- Hernández Ramírez P. Medicina regenerativa y células madre. Mecanismos de acción de las células madre adultas. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*. 2009;25(1):0-0.
- Castro B. Aplicaciones clínicas de las células madre del tejido adiposo. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*. 2013;39:s29-32.
- Crous A, Abrahamse H. Low-intensity laser irradiation at 636 nm induces increased viability and proliferation in isolated lung cancer stem cells. *Photomedicine and laser surgery*. 2016;34(11):525-32.
- Eduardo F de P, Bueno DF, de Freitas PM, Marques MM, Passos-Bueno MR, Eduardo C de P, et al. Stem cell proliferation under low intensity laser irradiation: a preliminary study. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*. 2008;40(6):433-8.
- Condori-Diburga H. Láser en dermatología. *Revista Peruana de Dermatología*. 2002;12(2).
- González-Chavez M, Carrillo-González R, Gutiérrez-Castorena M. Natural attenuation in a slag heap contaminated with cadmium: the role of plants and arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of hazardous materials*. 2009;161(2-3):1288-98.
- Kofler B, Romani A, Pritz C, Steinbichler TB, Scharfingter VH, Riechelmann H, et al. Photodynamic effect of methylene blue and low level laser radiation in head and neck squamous cell carcinoma cell lines. *International journal of molecular sciences*. 2018;19(4):1107.
- Soleimani M, Abbasnia E, Fathi M, Sahraei H, Fathi Y, Kaka G. The effects of low-level laser irradiation on differentiation and proliferation of human bone marrow mesenchymal stem cells into neurons and osteoblasts—an in vitro study. *Lasers in medical science*. 2012;27:423-30.
- Nascimento RXD, Callera F. Low-level laser therapy at different energy densities (0.1–2.0 J/cm²) and its effects on the capacity of human long-term cryopreserved peripheral blood progenitor cells for the growth of colony-forming units. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2006;24(5):601-4.
- Naigüi E, Kamel A, Fekry O, Abdelfattah G. Comparative study on the effect of low intensity laser and growth factors on stem cells used in experimentally-induced liver fibrosis in mice. *Arab journal of gastroenterology*. 2017;18(2):87-97.
- Weber MH, Fußgänger-May T, Wolf T. Intravenous Laser Blood Irradiation—Introduction of a New Therapy. *Deutsche Zeitschrift für Akupunktur*. 2007;50:12-23.
- Wu HPP, Persinger MA. Increased mobility and stem-cell proliferation rate in *Dugesia tigrina* induced by 880 nm light emitting diode. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2011;102(2):156-60.
- Zaccara IM, Mestieri LB, Pilar EF, Moreira MS, Grecca FS, Martins MD, et al. Photobiomodulation therapy improves human dental pulp stem cell viability and migration in vitro associated to upregulation of histone acetylation. *Lasers in Medical Science*. 2020;35:741-9.
- Fekrazad R, Ghuchani MS, Eslaminejad M, Taghyiar L, Kalhori K, Pedram M, et al. The effects of combined low level laser therapy and mesenchymal stem cells on bone regeneration in rabbit calvarial defects. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2015;151:180-5.
- de Souza SC, Munin E, Alves LP, Salgado MAC, Pacheco MTT. Low power laser radiation at 685 nm stimulates stem-cell proliferation rate in *Dugesia tigrina* during regeneration. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2005;80(3):203-7.
- Munévar Niño JC, Becerra Calixto A del P, Bermúdez Olaya C. Aspectos celulares y moleculares de las células madres involucradas en la regeneración de tejidos con aplicaciones en la práctica clínica odontológica. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008;46(3):361-9.
- Hou J, Zhang H, Yuan X, Liu J, Wei Y, Hu S. In vitro effects of low-level laser irradiation for bone marrow mesenchymal stem cells: Proliferation, growth factors secretion and myogenic differentiation. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*. 2008;40(10):726-33.
- Chu GY, Chen YF, Chen YH, Chan MH, Gau CS, Wang SM. Stem cell therapy on skin: mechanisms, recent advances and drug reviewing issues. *Journal of food and drug analysis*. 2018;26(1):14-20.
- Mautner K, Blazuk J. Where do injectable stem cell treatments apply in treatment of muscle, tendon, and ligament injuries? *PM&R*. 2015;7(4):533-40.
- de Villiers JA, Houred NN, Abrahamse H. Influence of low intensity laser irradiation on isolated human adipose derived stem cells over 72 hours and their differentiation potential into smooth muscle cells using retinoic acid. *Stem Cell Reviews and Reports*. 2011;7:869-82.
- Gao L, Xu W, Li T, Chen J, Shao A, Yan F, et al. Stem cell therapy: a promising therapeutic method for intracerebral hemorrhage. *Cell transplantation*. 2018;27(12):1809-24.
- Liu Z, Cheung HH. Stem cell-based therapies for Parkinson disease. *International journal of molecular sciences*. 2020;21(21):8060.
- Mata-Parandina M, Vázquez-Zapién GJ, Sánchez-Monroy V. Generalidades y aplicaciones de las células madre. *Perinatología y reproducción humana*. 2013;27(3):194-9.
- Dosne-Masquado C. Células madre: Lo que sabemos. Presente y futuro. *MEDICINA (Buenos Aires)*. 2010;70(6):586-586.
- Serna-Cuellar E, Santamaría-Solis L. Protocolo de extracción y procesamiento de células madre adultas del tejido adiposo abdominal: coordenadas del cirujano plástico en la investigación traslacional. *Cirugía plástica ibero-latinoamericana*. 2013;39:44-50.
- Jaguar G, Prado J, Nishimoto IN, Pinheiro M, de Castro Jr D, da Cruz Perez D, et al. Low-energy laser therapy for prevention of oral mucositis in hematopoietic stem cell transplantation. *Oral surgery*. 2007;13(6):538-43.
- Ferreira LS, Diniz IMA, Maranduba C, Miyagi S, Rodrigues M, Moura-Netto C, et al. Short-term evaluation of photobiomodulation therapy on the proliferation and differentiated status of dental pulp stem cells. *Lasers in medical science*. 2019;34:659-66.
- Bruce AL. CÉLULAS MADRE Y SISTEMAS DE CLONACIÓN CELULAR Y SUS POSIBLES APLICACIONES EN ODONTOLOGÍA. 2004;
- Alghamdi KM, Kumar A, Mousa NA. Low-level laser therapy: a useful technique for enhancing the proliferation of various cultured cells. *Lasers in medical science*. 2012;27:237-49.
- Vale KL do, Maria DA, Picoli LC, Deana AM, Mascaro MB, Ferrari RAM, et al. The effects of photobiomodulation delivered by light-emitting diode on stem cells from human exfoliated deciduous teeth: a study on the relevance to pluripotent stem cell viability and proliferation. *Photomedicine and laser surgery*. 2017;35(12):659-65.
- Sarvezaad A, Babahajjan A, Yari A, Rayner CK, Mokhtare M, Babaei-Ghazani A, et al. Combination of laser and human adipose-derived stem cells in repair of rabbit anal sphincter injury: a new therapeutic approach. *Stem Cell Research & Therapy*. 2019;10(1):1-15.
- Amid R, Kadhodazadeh M, Sarshari MG, Parhizkar A, Mojahedi M. Effects of two protocols of low-level laser therapy on the proliferation and differentiation of human dental pulp stem cells on sanded titanium discs: an in vitro study. *Journal of Lasers in Medical Sciences*. 2022;13.
- Yurtsever MK, Kiremitli A, Gümüşderelioglu M. Dopamine-induced induction of human dental pulp stem cells by photobiomodulation: comparison of 660nm laser light and polychromatic light in the *in vitro*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2020;204:111742.
- Borzabadi-Farahani A. Effect of low-level laser irradiation on proliferation of human dental mesenchymal stem cells; a systemic review. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2016;162:577-82.
- Mirhosseini M, Shari R, Motlagh PE, Farivar S. Cerebrospinal fluid and photobiomodulation effects on neural gene expression in dental pulp stem cells. *Journal of Lasers in Medical Sciences*. 2019;10(Suppl 1):530.
- Cil N, Yaka M, Ünal MS, Dodorja Y, Tan S, Seçme M, et al. Adipose derived mesenchymal stem cell treatment in experimental asherman syndrome induced rats. *Molecular Biology Reports*. 2020;47:4541-52.
- Ginani F, Soares DM, de Oliveira Rocha HA, de Souza LB, Barboza CAG. Low-level laser irradiation induces in vitro proliferation of stem cells from human exfoliated deciduous teeth. *Lasers in Medical Science*. 2018;33:95-102.
- Ibarra Villalón H, Pottiez O, Gómez Vieyra A. El camino hacia la luz láser. *Revista mexicana de física E*. 2018;64(2):100-7.
- Makropoulou M, Kareliotis G, Spyrtout E, Drakaki E, Serafetindes A, Efstathopoulos E. Non-ionizing, laser radiation in Theranostics: The need for dosimetry and the role of Medical Physics. *Physica Medica*. 2019;63:7-18.
- Wason SE, Monford S, Ianson A, Klett DE, Leslie SW. Ureteroscopy. *En: StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing; 2023.
- Bhatta AK, Keyal U, Wang X, Gellén E. A review of the mechanism of action of lasers and photodynamic therapy for onychomycosis. *Lasers in medical science*. 2017;32:469-74.
- Dawood MS, Salman SD. Low level diode laser accelerates wound healing. *Lasers in medical science*. 2013;28:941-5.
- Reis CHB, Buchaim DV, Ortiz A de C, Fideles SOM, Dias JA, Miglino MA, et al. Application of fibrin associated with photobiomodulation as a promising strategy to improve regeneration in tissue engineering: A systematic review. *Polymers*. 2022;14(15):3150.
- Guo J, Wang Q, Wai D, Zhang Q, Shi S, Le AD, et al. Visible red and infrared light alters gene expression in human marrow stromal fibroblast cells. *Orthodontics & craniofacial research*. 2015;18:50-61.
- Amaroli A, Agas D, Laus F, Cuteri V, Hanna R, Sabbieti MG, et al. The effects of photobiomodulation of 808 nm diode laser therapy at higher fluence on the in vitro osteogenic differentiation of bone marrow stromal cells. *Frontiers in physiology*. 2018;9:123.
- Ren C, McGrath C, Yang Y. The effectiveness of low-level diode laser therapy on orthodontic pain management: a systematic review and meta-analysis. *Lasers in medical science*. 2017;32:1881-93.
- Gadzhuha NG, Shinkaruk-Dovykovtska MM, Cherepakha OL, Goray MA, Horlenko IM. EFFICIENCY OF USING THE DIODE LASER IN THE TREATMENT OF PERIODONTAL INFLAMMATORY DISEASES 841. *Wiadomości Lekarskie*. 2020;73(5).
- Badawi AM, Osman MA. Fractional erbium-doped yttrium aluminum garnet laser-assisted drug delivery of hydroquinone in the treatment of melasma. *Clinical, cosmetic and investigational dermatology*. 2018;13:20.
- Cerrati EW, O TM, Chung H, Waner M. Diode laser for the treatment of telangiectasias following hemangioma involution. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*. 2015;152(2):239-43.
- Koren A, Isman G, Friedman O, Salameh F, Niv R, Shehadeh W, et al. Evaluation of subject response following treatment for pigmentation or wrinkles using a diode laser. *Journal of cosmetic dermatology*. 2020;19(6):1371-6.
- Klein A, Bäumlner W, Koller M, Shafirstein G, Kohl EA, Landthaler M, et al. Indocyanine green-augmented diode laser therapy of telangiectatic leg veins: A randomized controlled proof-of-concept trial. *Lasers in surgery and medicine*. 2012;44(5):369-76.
- Sandhus S, Damji KF. Laser management of glaucoma in exfoliation syndrome. *Journal of Glaucoma*. 2018;27:S91-4.
- Jiang C, Klatten H, Zhang X, Young M. Laser injury promotes migration and integration of retinal progenitor cells into host retina. *Molecular vision*. 2010;16:983.
- Tuby H, Malisz L, Oron U. Induction of autologous mesenchymal stem cells in the bone marrow by low-level laser therapy has profound beneficial effects on the infarcted rat heart. *Lasers in surgery and medicine*. 2011;43(5):401-9.
- Polesie L, La Raja C, Fasolato S, Frigo AC, Angeli P, Merigliano S. Endoscopic diode laser therapy for gastric hyperplastic polyps in cirrhotic patients. *Lasers in medical science*. 2021;36:975-9.
- Bajaj Y, Pegg D, Gunasekaran S, Knight L. Diode laser for paediatric airway procedures: a useful tool. *International journal of clinical practice*. 2010;64(1):51-4.
- Mokmell S, Bishé S, Kohe K. Shakes. Intravascular laser therapy (IVL) in prehypertension and hypertension conditions. *En 2008*.