

Uso de los injertos grasos en las cicatrices patológicas

The use of fat grafts in pathological scars

Juan Ramón Ramírez Rodríguez ^{1*}



Luis Rafael Gámez Leyva ²



¹Hospital General Vladimir Ilich Lenin. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Cuba.

²Hospital General Vladimir Ilich Lenin. Holguín, Cuba.

* Autor para la correspondencia. Correo electrónico: ramirez.martinezdr@gmail.com

Recibido: 09/04/2024

Aprobado: 13/09/2024

Resumen

Introducción: Las heridas en la dermis curan en forma de cicatriz, las que varían respecto a su apariencia, forma y rigidez en dependencia de la gravedad de la lesión y del proceso de curación. Las cicatrices patológicas traen consigo repercusiones funcionales, estéticas y psicológicas, que pueden impactar de forma negativa en la calidad de vida. Actualmente no existe un tratamiento "gold estándar" para ello; sin embargo, existe un potencial terapéutico prometedor para el injerto de grasa autóloga.

Objetivo: Exponer el estado actual de las potencialidades del tejido graso autólogo en el tratamiento de las cicatrices patológicas.

Método: Se realizó la búsqueda de artículos científicos publicados en idioma inglés y español, en revistas médicas, sobre la utilización de los injertos grasos en las cicatrices patológicas. Fueron seleccionados 30 artículos de acceso abierto que cumplieron con los siguientes parámetros de búsqueda: queloides, cicatrices hipertróficas, células madre, injerto graso y sus equivalentes en inglés.

Desarrollo: Se describen aspectos de la cicatrización normal y patológica, así como se mencionan los diversos tratamientos que muestran las potencialidades del injerto autólogo de grasa en el

Abstract

Introduction: Wounds in the dermis heal in the form of scars, which vary with respect to their appearance, shape and stiffness depending on the severity of the injury and the healing process. Pathological scars have functional, aesthetic and psychological repercussions, which can have a negative impact on life quality. There is currently no "gold standard" treatment for this; however, there is promising therapeutic potential for autologous fat grafting.

Objective: To present the current status of the potential of autologous fat tissue in the treatment of pathologic scars.

Method: A search of scientific articles about the use of fat grafts in pathologic scars, published in English and Spanish in medical journals, was carried out. Thirty open access articles were selected; they met the following search parameters: keloids, hypertrophic scars, stem cells, fat graft and their English equivalents.

Development: Aspects of normal and pathologic scarring are described, as well as the various treatments, which show the potential of autologous fat grafting in the treatment of pathologic scars.

Conclusions: The use of stem cells from fat tissue constitutes a procedure for regeneration that improves skin quality, thus taking advantage of the trophic, immunologic, anti-inflammatory and antifibrinolytic action

tratamiento de las cicatrices patológicas.

Conclusiones: La utilización de las células madres provenientes del tejido graso constituye un procedimiento para la regeneración que mejora la calidad de la piel, con lo cual se aprovecha la acción trófica, inmunológica, antiinflamatoria y antifibrinolítica de los propios adipocitos. El injerto graso ha demostrado alta eficacia en la terapéutica de las cicatrices hipertróficas y queloides.

Palabras clave: queloides, cicatrices hipertróficas, células madre

of the adipocytes themselves. Fat grafting has shown high efficacy in the treatment of hypertrophic and keloid scars.

Keywords: Keloids, hypertrophic scars, stem cells

Introducción

La cirugía plástica tiene sus orígenes hace más de 3,000 años (su nombre, que proviene del griego *plastikos*, significa modelar o dar forma), es la especialidad médica que se dedica a restaurar o modificar la forma del cuerpo humano y comprende tanto la cirugía reconstructiva como la cirugía estética. La cirugía reconstructiva se realiza sobre estructuras anormales del cuerpo causadas por defectos congénitos, anomalías del desarrollo, traumatismos, infecciones, tumores o enfermedades; en cambio la estética se emplea para restaurar la forma o dar nueva forma a estructuras del cuerpo con el fin mejorar su aspecto.⁽¹⁾ Es una especialidad quirúrgica que se ocupa de la corrección de todo proceso congénito, adquirido, tumoral o simplemente involutivo, que requiera reparación o reposición, o que afecte a la forma y/o función corporal.⁽²⁾

Las heridas en la dermis curan en forma de cicatriz, que varían respecto a su apariencia, forma y rigidez en dependencia de la gravedad de la lesión y del proceso de curación. Las cicatrices patológicas traen consigo repercusiones funcionales, estéticas y psicológicas, por lo que resulta importante dar tratamiento de manera adecuada y temprana, para evitar secuelas y efectos no deseados a largo plazo.⁽³⁾ Las cicatrices defectuosas son el resultado de técnicas quirúrgicas deficientes que conducen a la separación dérmica, pero con preservación de las capas epidérmicas.

Las cicatrices producidas por un proceso de cicatrización fisiológico tienden a ser estables, mientras que las cicatrices patológicas resultan de una proliferación anormal y falla de la apoptosis de los miofibroblastos, además de la acumulación de colágeno inmaduro. Las cicatrices excesivas se dividen en cicatrices hipertróficas o queloides.⁽⁴⁾

Las cicatrices son el resultado de un proceso dinámico de cicatrización en el que las etapas de hemostasia, infiltración, proliferación y remodelación,⁽⁵⁾ se llevan a cabo durante períodos de tiempo específicos. El proceso de cicatrización de heridas cutáneas es muy complejo. La formación de cicatrices hipertróficas y queloides está siempre precedida de una prolongación y/o exageración de la fase inflamatoria de la cicatrización.⁽⁶⁾

Se han utilizado muchos métodos invasivos y no invasivos para tratar las cicatrices hipertróficas; sin embargo, hasta la fecha, el tratamiento de las cicatrices hipertróficas sigue siendo un desafío y aún no se ha establecido un programa de tratamiento óptimo.⁽⁷⁾ En la actualidad no existe un tratamiento “gold estándar” para el tratamiento de las cicatrices; no obstante, existe un potencial terapéutico prometedor para el injerto de grasa autóloga (AFG), tratamiento ya utilizado por numerosas instituciones.⁽⁸⁾

El tratamiento de las cicatrices queloides es un desafío continuo para los cirujanos plásticos.⁽⁵⁾ Las cicatrices patológicas (cicatrices hipertróficas y queloides), resultado de cirugías electivas, secuelas de traumas y quemaduras son motivos de consulta de cirugía reconstructiva con alta frecuencia; por tal razón esta revisión tiene como objetivo exponer el estado actual de las potencialidades del tejido graso autólogo en el tratamiento de las cicatrices patológicas.

Método

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados en idioma inglés y español, en revistas médicas, con prioridad en los últimos 5 años (90,69 %) y solo 4 artículos con más de 5 años que por su relevancia merecían ser citados. Información disponible en las bases de datos: Pubmed, SciELO, ScienceDirect, Medigraphic, Dialnet y SCOPUS; que abarcó

revisiones sistemáticas con o sin metanálisis y también estudios de campo que evalúan el tratamiento de las cicatrices patológicas. La información obtenida (cada artículo) se analizó para adaptarlo a nuestras necesidades. De esta búsqueda se eliminaron los artículos duplicados y al final se escogieron 30 artículos de acceso abierto que cumplieron con los parámetros de búsqueda: queloides, cicatrices hipertróficas, células madre, injerto graso y sus equivalentes en inglés.

Desarrollo

Una herida se define como la interrupción de estructuras anatómicas y funcionales en la piel a consecuencia de un trauma. Una vez producida la herida, comienza el proceso de cicatrización a través de una secuencia ordenada de eventos biológicos que lleva a la reparación de la lesión e intenta devolver la integridad anatómica, funcional y estética de los tejidos lesionados, dejando como resultado una cicatriz.⁽⁹⁾

Las heridas en la piel son causadas por traumatismos mecánicos, térmicos y químicos. Las cicatrices (o cicatriz) son el resultado normal de la reparación de heridas e implican un proceso inflamatorio y fibrótico coordinado. Con el tiempo, las cicatrices se remodelan y se vuelven suaves, gruesas, pálidas y discretas. Cuando una cicatriz no se resuelve, existen alteraciones metabólicas y hay una formación excesiva de colágeno y fibrina;⁽⁵⁾ la inflamación crónica persistente puede causar cicatrices excesivas que conducen a una variedad de fenotipos anormales que se manifiestan clínicamente como cicatrices hipertróficas y queloides.⁽⁹⁾

La cicatrización es un proceso dinámico, continuo y complejo en el que interactúan diferentes células, la matriz extracelular y mediadores químicos, así como citocinas, además de la influencia de factores locales y sistémicos. El proceso se lleva a cabo en tres pasos secuenciales que incluyen la fase inflamatoria y hemostasia, la fase de proliferación y finalmente, la fase de maduración y remodelación de la cicatriz.⁽¹⁰⁾

Las cicatrices tienden a ser excesivas y muy difíciles de tratar.⁽⁴⁾ Las cicatrices hipertróficas siguen siendo un desafío importante para tratar en la medicina moderna.⁽⁸⁾ Las cicatrices

hipertróficas y los queloides están siempre precedida de una prolongación y/o exageración de la fase inflamatoria de la cicatrización; son trastornos fibroproliferativos benignos que pueden surgir después de una lesión en la piel.⁽¹¹⁾

Los queloides y las cicatrices hipertróficas son lesiones fibróticas, que se caracterizan por la acumulación de matriz extracelular (colágeno tipo I) y células (fibroblastos). La patogénesis no se entiende por completo, pero se sabe que ambos representan alteraciones en el proceso fundamental de la curación de una herida. Existe un desbalance entre las fases catabólicas y las anabólicas. Hay una mayor densidad de fibroblastos y tasa de proliferación, en contraposición a la baja tasa de apoptosis. Los fibroblastos activados y los miofibroblastos, en las cicatrices patológicas, secretan niveles elevados de componentes de matriz extracelular con propiedades estructurales y mecánicas anormales.⁽¹²⁾

Los queloides son tumores dérmicos caracterizados por una proliferación anormal de fibroblastos y un depósito excesivo de matriz extracelular. Clínicamente, los queloides generalmente se manifiestan como una cicatriz dura y elevada que se extiende más allá del límite de la lesión. Las cicatrices hipertróficas se parecen a los queloides, pero presentan diferencias en la manifestación clínica, histología y epidemiología. Las cicatrices hipertróficas son generalmente suaves, con color de piel normal, no crecen más allá del sitio original de la herida, tienen tasas bajas de recurrencia e histológicamente exhiben haces de colágeno tipo III bien organizados.

Los queloides exhiben haces de colágeno de tipo I y III desorganizados, grandes y gruesos, sin nódulos de miofibroblastos. Las cicatrices hipertróficas y los queloides poseen procesos patológicos comunes en diversos grados, que involucran proliferación, inhibición de la apoptosis, fibrosis, angiogénesis, respuesta inflamatoria y transición epitelial mesenquimatosas.⁽¹²⁾

A pesar de los múltiples estudios y avances tecnológicos que se han desarrollado con respecto al tema, el abordaje de la cicatrización patológica prevalece como todo un reto clínico, por lo

que es necesario el continuo estudio sobre su fisiopatología y aumentar esfuerzos para incrementar el conocimiento científico al respecto con miras a optimizar su manejo.⁽¹²⁾

Se han empleado clínicamente estrategias como prendas de compresión, productos tópicos, esteroides y terapia con láser, solos o combinados, para tratar las cicatrices hipertróficas, sin embargo producen un efecto insatisfactorio al eliminar el exceso de tejido cicatricial o remodelar las cicatrices al tejido normal. Los diversos tratamientos para queloides tales como: escisión parcial, inyección intralesional de esteroides, radioterapia, láser, silicona, prendas de lycra, entre otros, subrayan lo poco que se entiende sobre esta patología.⁽¹³⁾

Existen modalidades tanto quirúrgicas como no quirúrgicas para el tratamiento de la formación de cicatrices, cada una con indicaciones únicas según el tipo de cicatriz y su ubicación. A medida que las terapias de revisión continúan evolucionando, el cirujano plástico debe seguir siendo adaptable y tener conocimientos para brindar atención de calidad y mejores resultados para los pacientes.⁽¹⁴⁾

El enfoque holístico en las cicatrices de quemaduras involucra una variedad de intervenciones para mejorar apariencia, síntomas asociados y alteraciones funcionales, pero con eficacia variable y a menudo decepcionante. La cirugía sigue siendo importante en el manejo de contracturas, al liberar tensión y aumentar rango de movilidad; sin embargo, se ha asociado a altas tasas de recurrencia y el beneficio, a menudo, se limita al sitio quirúrgico.⁽¹⁵⁾

Existen muchos métodos de tratamiento tradicionales para los traumatismos de la piel y los tejidos blandos, como láseres de baja intensidad, apósitos de tratamiento avanzado, tratamiento de heridas con presión negativa, oxígeno hiperbárico y trasplante de piel. Sin embargo, como la curación de heridas es un proceso complicado que se refiere a múltiples tipos de células, factores de crecimiento y matriz extracelular; algunos tratamientos tradicionales simplemente desempeñan un papel auxiliar acompañado de una curación indeseable.⁽¹⁶⁾

El manejo de queloides y cicatrices hipertróficas continúa siendo abordado de forma multimodal, sin que exista un “gold estándar” de tratamiento que proporcione reducción

sintomática y estética y con tasas de recurrencia consistentemente bajas.⁽¹⁷⁾ A pesar de la gran cantidad de tratamientos disponibles para las cicatrices excesivas, lograr un resultado satisfactorio es un desafío y puede requerir combinaciones de diferentes modalidades.⁽⁴⁾

Se ha demostrado que el injerto de grasa autólogo (es decir, lipotransferencia) de células madre derivadas del tejido adiposo (ADSC) para pacientes con queloides mejora la textura de la cicatriz, el volumen de flexibilidad y la elasticidad. Esto se logra mediante la inhibición de la proliferación de fibroblastos y la formación de matriz extracelular,⁽⁴⁾ y aceleran la cicatrización de heridas en ambientes hostiles tanto en modelos animales como en sujetos humanos.⁽¹⁸⁾

El tejido adiposo, más que un soporte de órganos, es un tejido complejo y dinámico que involucra diversos procesos fisiológicos y patológicos. En los lipoaspirados existen células madre, con capacidad autorrenovadora y multipotencial, especialmente células madre mesenquimales (CMM), que mediante digestión enzimática y centrifugado liberan una población heterogénea de células que constituyen la fracción vascular estromal (VSF, del inglés stromal vascular fraction). La VSF puede usarse directamente con fines terapéuticos o seleccionar de ella las células madre derivadas del tejido adiposo.⁽¹⁹⁾

El injerto de grasa ha estado de moda desde hace dos décadas y ha sido utilizado por los cirujanos plásticos para diversas aplicaciones. La técnica actual fue popularizada por Sidney Coleman,⁽²⁰⁾ que consiste en: recolección de grasa con aspiración con jeringa, procesamiento de grasa con inversión de jeringa o centrifugación con almacenamiento en bolsas de hielo y, finalmente, inyección de grasa en las áreas afectadas. También se sabe que los injertos de grasa contienen células madre y tienen muy buen potencial de crecimiento; además se han utilizado para la investigación y la terapia con células madre.⁽²¹⁾

En la actualidad los injertos grasos han ganado popularidad por sus efectos en el manejo de las cicatrices y heridas, así como en la medicina regenerativa por su contenido de células madres. Dentro de los componentes de la grasa se encuentran en primer lugar factores de crecimiento como el factor de crecimiento placentario, de crecimiento endotelial vascular, de crecimiento

de fibroblastos, el factor de necrosis tumoral α , el inhibidor del activador del plasminógeno 1 y angiopoyetinas y metaloproteasas; y en segundo lugar, diferentes tipos de células como los preadipocitos, adipocitos, células endoteliales, pericitos, macrófagos, células del músculo liso, fibroblastos y células madre derivadas del tejido adiposo.⁽²²⁾

Durante los últimos 20 años, el tejido adiposo ha sido reconocido como algo más que solo un depósito de energía. Ahora se sabe que la grasa es un tejido que tiene funciones endócrinas, paracrinas y autocrinas, capaz de sintetizar y secretar varias citocinas de señalización llamadas adipocinas, además de hormonas, prohormonas, enzimas y material genético. Por esta razón, los injertos de tejido adiposo no pueden considerarse solo como una transferencia física de material biológico de un lugar a otro que sirve para corrección volumétrica, sino que también modula la regeneración y mejora la apariencia estética.⁽²³⁾

El tejido injertado tiene la ventaja de ser muy biocompatible.⁽²³⁾ Los injertos de grasa autóloga (AFG) por debajo del tejido cicatricial y en el interior de la cicatriz, son técnicas relativamente recientes que mejoran la calidad de la cicatriz, restauran la funcionalidad y la apariencia cosmética, lo que convierte a la AFG en una alternativa viable para el tratamiento de las cicatrices.^(7,21)

La gran actividad metabólica del tejido adiposo incluye secreción de productos como el factor de necrosis tumoral- α (TNF- α), interleucina-6 (IL-6), factor de crecimiento transformante- β (TGF- β), adiponectina, resistina, la leptina, el angiotensinógeno, el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), el inhibidor del activador del plasminógeno 1 (PAI-1), entre otros.⁽²⁴⁾

Las células madre son células con una capacidad única de autorrenovación y diferenciación en más de un linaje celular. Se denomina autorrenovación al proceso mediante el cual una célula se divide mitóticamente para dar dos células hijas idénticas entre sí. Por otro lado, la capacidad de diferenciación implica cambios fenotípicos de la célula hacia otro tipo celular bajo la influencia de estímulos específicos y su especialización para el cumplimiento de una función determinada.⁽²⁵⁾

El injerto de grasa es una de las modalidades adyuvantes útiles para el tratamiento de la cicatriz en el arsenal de los cirujanos plásticos. Amplias investigaciones han demostrado también su potencial inmunomodulador y regenerativo. Existe evidencia considerable que respalda el papel del injerto de grasa en la síntesis de neocolágeno potencialmente a través de células madre derivadas de adipocitos.⁽²⁶⁾ Están descritos los efectos antifibróticos de las células madre adiposas en cicatrices, radiodermatitis y bridas retráctiles. Las células madre derivadas del tejido adiposo (ADSC) se han utilizado en múltiples afecciones, demostrando un alcance sin límites de su aplicación en procesos fibróticos, estenosantes y retráctiles en los diferentes órganos y sistemas.⁽²⁷⁾

En términos de cicatrización de heridas, las ADSC mostraron un impacto positivo en la promoción de la cicatrización de heridas y el tratamiento de cicatrices. Específicamente, las ADSC pueden desempeñar un papel importante en la cicatrización de heridas y la formación de cicatrices al reducir la inflamación, promover la angiogénesis, reducir la apoptosis, transportar mitocondrias y secretar exosomas en los tejidos dañados.⁽²⁸⁾

Actualmente se consideran varios productos terapéuticos, derivados de células madre mesenquimales (MSC), como potenciadores de la migración y proliferación celular y se ha sugerido que estos productos pueden actuar de manera eficiente sobre las células epiteliales de la piel de ciclo lento y los fibroblastos dérmicos. Entre estos productos, los secretomas producidos por MSC contienen numerosas moléculas bioactivas.⁽²⁹⁾

Las células madres derivadas de tejido adiposo y la fracción vascular estromal del tejido adiposo (SVF) pueden producir abundantes grupos de secretoma, lo que lleva a la proliferación celular y microambiente de diferenciación, migración y curación.⁽¹⁶⁾ Las células madre mesenquimales derivadas de tejido adiposo (ADMSC) han mostrado prominencia en el campo de la medicina regenerativa porque son más fáciles de obtener y disponer de una amplia variedad de fuentes. Actualmente, las ADMSC se consideran posibles estrategias terapéuticas para varias enfermedades, en particular las cicatrices hipertróficas. Un número cada vez mayor de estudios

ha demostrado que las ADMSC tienen un efecto terapéutico significativo sobre las cicatrices hipertróficas.⁽³⁰⁾

El mecanismo subyacente del trasplante de grasa implica la entrega de ADSC desde el tejido adiposo transferido al área receptora. Los mecanismos antifibróticos de las ADSC son diversos y en su mayoría están mediados por señalización paracrina, que activa varias vías moleculares antifibróticas. No solo el mecanismo paracrino, sino también la interacción directa entre células desempeña un papel en el efecto antifibrótico mediado por las ADSC.

Una cantidad cada vez mayor de evidencia clínica respalda firmemente el potencial terapéutico de las células madre mesenquimales para la revascularización del tejido isquémico y la restauración de la función. Estas parecen estar basadas en la liberación de factores de crecimiento angiogénicos y antiapoptóticos, lo que en última instancia facilita el reclutamiento de células progenitoras endoteliales. Estudios recientes han demostrado que la fracción de células estromal vasculares del tejido adiposo, representa una rica reserva de células precursoras regenerativas con capacidades proangiogénicas comparables a las de las células madre derivadas de la médula ósea.⁽³¹⁾

Se demostró que exosoma de células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo (ADSCExo) inhibe eficazmente la bioactividad, la deposición de colágeno y la transdiferenciación de miofibroblastos, y luego ADSCExo también facilitó la cicatrización de heridas y atenuó la síntesis de colágeno.⁽³²⁾

Un conjunto cada vez mayor de evidencia sobre las terapias con células madre muestra un potencial notable como tratamientos innovadores para una variedad de afecciones, entre ellas la fibrosis y las cicatrices. La terapia con células madre y la cirugía regenerativa representan una nueva área de tratamiento centrada en promover la capacidad natural del cuerpo para reparar el tejido dañado. Existe evidencia sustancial de que la terapia basada en células madre adiposas para la fibrosis y las cicatrices es efectiva para modificar el tejido cicatricial y la fibrosis.⁽³³⁾

Aporte Científico

Se evidencia que el injerto autólogo de grasa, rico en células madre, es una herramienta en desarrollo, con grandes potencialidades en el tratamiento de cicatrices patológicas, por lo que constituye una variante de tratamiento novedoso, eficaz, no costoso y de fácil obtención.

Conclusiones

El tratamiento de las cicatrices patológicas constituye un reto para los cirujanos plásticos, por las diferentes variantes en su tratamiento. La utilización de las células madres provenientes del tejido graso constituye un procedimiento para la regeneración que mejora la calidad de la piel, con lo cual se aprovecha la acción trófica, inmunológica, antiinflamatoria y antifibrinolítica de los propios adipocitos. El injerto graso ha demostrado alta eficacia en la terapéutica de las cicatrices hipertróficas y queloides.

Referencias Bibliográficas

1. García Bravo Y, Machado Zurbano IA, Cruz Cobo A. Lipotransferencia en el tratamiento de las deformidades faciales, ejemplo del avance científico en la cirugía plástica. Acta Méd Centro. 2023 [citado 20/05/2024];17(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2709-79272023000100193&lng=es&nrm=iso&tIng=es
2. Flores Batista AM, Burgos Ponce KR, Montalvo Tapia EA, Brito Chasiluisa HE. Más allá de la estética la necesidad de la cirugía plástica. ReciMundo. 2022 [citado 16/08/2024];6(3):103-111. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/1666>

3. Gómez Díaz OJ, Parra Carreño A. Uso de lipoinjertos para el manejo de cicatrices patológicas en una población pediátrica. *Cir Plást Iberolatinoam*.2020 [citado 24/05/2024];46(4):475-482. Disponible en:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922020000500012

4. Elsaie ML. Update on management of keloid and hypertrophic scars: A systemic Review. *J Cosmet Dermatol*. 2021[citado 16/08/2024];20(9):2729-2738. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jocd.14310>

5. Tamayo Carbón AM, Posada Ruiz DA, Orozco Jaramillo MA, Cairos Báez JN, Florido Sarria S. Cicatrices Queloides; revisión y experiencia en un tratamiento integral. *Rev Panorama. Cuba Salud*. 2020 [citado 20/05/2024];15(3):90-97. Disponible en:

<https://revpanorama.sld.cu/index.php/panorama/article/view/1288>

6. Fan D, Xia Q, Wu S, Ye S, Liu L, Wang W, et al. Mesenchymal stem cells in the treatment of Cesarean section skin scars: study protocol for a randomized, controlled trial. *Trials*. 2018 [citado 20/05/2024];19(1):155. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5834835/>

7. Riyat H, Touil LL, Briggs M, Shokrollahi K. Autologous fat grafting for scars, healing and pain: a review. *Scars Burns Heal*. 2017 [citado 20/05/2024];3. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5965331/>

8. Xiao S, Qi J, Li J, Wu B, Li H, Liu Z, et al. Mechanical Micronization of Lipoaspirates Combined with Fractional CO2 Laser for the Treatment of Hypertrophic Scars. *Plast Reconstr Sur*. 2023 [citado 16/08/2024];151(3):549-559. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9944742/>

9. Fernández PR, Mottura A. Análisis de eficacia de la rigotomía asociada a injerto graso para mejorar cicatrices. *Cir Plást iberolatinoam.* 2021 [citado 20/05/2024];47(1):87-94. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922021000100012&lng=es&nrm=iso&tIng=es
10. Guerrero Rincón AD, Cuellar Sánchez MA, Santana Partida SA, Luna López DE, Velasco Palomino JM, Rodríguez Rubio PC, et al. Actualidades en el manejo de cicatrices hipertróficas y queloides. Revisión sistemática. *Rev Col Cir Plástica Reconst.* 2024 [citado 16/08/2024];30(1):18-27. Disponible en: <http://www.ciplastica.com/ojs/index.php/rccp/article/view/245>
11. Zhong Y, Zhang Y, Yu A, Zhang Z, Deng Z, Xiong K, et al. Therapeutic role of exosomes and conditioned medium in keloid and hypertrophic scar and possible mechanisms. *Front Physiol.* 2023 [citado 16/08/2024];14:1247734. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10536244/>
12. Cambroner Ulate P, Cerdas Fernández A, Chang Chen V. Fisiopatología de la cicatrización patológica. *Rev Méd Sinerg.* 2022 [citado 16/08/2024];7(5):e820. Disponible en: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/820>
13. Yu Q, Dai Q, Huang Z, Li C, Yan L, Fu X, et al. Microfat exerts an anti-fibrotic effect on human hypertrophic scar via fetuin-A/ETV4 axis. *J Transl Med.* 2023 [citado 16/08/2024];21(1):231. Disponible en: <https://translational-medicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12967-023-04065-y>
14. Skochdopole A, Dibbs RP, Sarrami SM, Dempsey RF. Scar Revisions. *Semin Plast Surg.* 2021 [citado 16/08/2024];35(2):130-138. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8186991/>

15. Flores R, Valenzuela F. Cicatrices de quemaduras y la utilidad de la terapia láser en su manejo. *Rev Med Clin Condes*.2023 [citado 16/08/2024];34(2):155-164. Disponible en:
<https://www.journals.elsevier.com/revista-medica-clinica-las-condes>

16. Xiong M, Zhang Q, Hu W, Zhao C, Lv W, Yi Y, et al. Exosomes From Adipose-Derived Stem Cells: The Emerging Roles and Applications in Tissue Regeneration of Plastic and Cosmetic Surgery. *Front Cell Dev Biol*.2020 [citado 16/08/2024];8:574223. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7511773/>

17. Lima Barros LF, Teixeira VF, Tuma da Ponte LC, Somões Quaresma JA. Tratamento de queloides e cicatrizes hipertróficas: Uma revisão descritiva. *Rev Bras Cir Plást*.2023 [citado 16/08/2024];38(4):e0749. Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/rbcp/a/Gn5VLhKrQt8RWpt78b9y97Q/?format=html&lang=eSdfa>

18. Evans BG, Gronet EM, Saint Cyr MH. How Fat Grafting Works. *Plast Reconstr Surg Glob Open* .2020 [citado 16/08/2024];8(7):e2705. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7413772/>

19. Tamayo Carbón AM, Escobar Vega H, Cuastumal Figueroa DK. Alcance de las células madre derivadas de tejido adiposo. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*. 2021 [citado 20/05/2024];37(2). Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892021000200004&script=sci_arttext&tIng=ptSadsa

20. Coleman SR. Structural Fat Grafting. *Aesthetic Surgery J*. 1998 [citado 20/08/2024];18(5):386-388. Disponible en:
<https://academic.oup.com/asj/article/18/5/386/191752>

21. Satish C. Fat Injection and Its Clinical Applications. J Cutan Aesthet Surg.2022 [citado 16/08/2024];15(2):124-130. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9364459/>

22. Rivera Osorio L. Efectividad del uso de injertos grasos en el tratamiento de quemaduras (Tesis).Cartagena de Indias, Colombia Universidad del SINU; 2024

23. Vallarta Rodríguez RA, Vallarta Compeán S, Vélez Benítez E, Euán Vázquez C, Gutiérrez Álvarez M, Viera Núñez M, et al. Lipotransferencia secuencial facial como parte del tratamiento quirúrgico de la fisura Tessier 3. Cir Plast 2023 [citado 20/05/2024];33(3):113-119. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cplast/cp-2023/cp233d.pdf>

24. Pellon MA. Características moleculares y microanatómicas de la grasa y su aplicación en el tratamiento de quemaduras agudas y secuelas. Cir Plást Iberolatinoam. 2020[citado 20/08/2024];46(Supl 1):S53-S62. Disponible en:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922020000200011

25. Lombardi A. Efecto de la expresión de SPARC en células madre mesenquimales y análisis de su potencial para la generación de heridas [Tesis].[Buenos Aires]: Universidad de Buenos Aires; 2023. 117 p. Disponible en:

https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7370_Lombardi.pdf

26. VinayKumar DM, Mohsina S, Tripathy S, Sharma RK, Bhatia A. Histological Analysis of the Effect of Nanofat Grafting in Scar Rejuvenation. J Cutan Aesthet Surg.2022[citado 16/08/2024];15(2):147-153. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9364463/>

27. Tamayo Carbón AM, Cuastumal Figueroa DK. Terapia regenerativa en secuela postquirúrgica de neovagina. Caso clínico con síndrome Mayer-Rokitansky. *Cir Plást Iberolatinoam*. 2023 [citado 16/08/2024];49(3):293-300. Disponible en:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922023000300012

28. Li C, Wei S, Xu Q, Sun Y, Ning X, Wang Z. Application of ADSCs and their Exosomes in Scar Prevention. *Stem Cell Rev Rep*.2022 [citado 16/08/2024];18(3):952-967. Disponible en:

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12015-021-10252-5.pdf>

29. Cases Perera O, Blanco Elices C, Chato Astrain J, Miranda Fernández C, Campos F, Crespo PV, et al. Development of secretome based strategies to improve cell culture protocols in tissue engineering. *Sci Rep*. 2022[citado 16/08/2024]12(1):10003. Disponible en:

<https://www.nature.com/articles/s41598-022-14115-y>

30. Li S, Yang J, Sun J, Chen M. Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells Alleviate Hypertrophic Scar by Inhibiting Bioactivity and Inducing Apoptosis in Hypertrophic Scar Fibroblasts. *Cells* 2022 [citado 16/08/2024];11(24):4024. Disponible en:

<https://www.mdpi.com/2073-4409/11/24/4024>

31. Rigotti G, Marchi A, Galie M, Baroni G, Benati D, Krampera M, et al. Clinical treatment of radiotherapy tissue damage by lipoaspirate transplant: a healing process mediated by adipose-derived adult stem cells. *Plast Reconstr Surg* 2007 [citado 16/08/2024];119(5):1409-1422. Disponible en:

https://journals.lww.com/plasreconsurg/fulltext/2007/04150/clinical_treatment_of_radiotherapy_tissue_damage.3.aspx

32. Trevor LV, Riches Suman K, Mahajan AL, Thornton MJ. Adipose Tissue: A Source of Stem Cells with Potential for Regenerative Therapies for Wound Healing. J Clin Med.2020 [citado 16/08/2024];9(7):2161. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7408846/>

33. Vanderstichele S, Vranckx JJ. Anti-fibrotic effect of adipose-derived stem cells on fibrotic scars. World J Stem Cells.2022 [citado 16/08/2024];14(2):200-213. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8963379/>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Financiamiento

Esta investigación no contó con financiamiento.

Contribución de autoría

Juan Ramón Ramírez Martínez: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Luis Rafael Gámez Leyva: Curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, recursos, software, validación, visualización, redacción – borrador original.



Esta obra está bajo [una licencia de Creative Commons Reconocimiento-
No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).