

**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,  
Volumen 8, Número 5.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5)

**CURACIÓN DE HERIDAS CON UTILIZACIÓN  
DE CÉLULAS MADRE MESENQUIMALES**  
WOUND HEALING USING MESENCHYMAL STEM CELLS

**Kelly Abigail Villavicencio Padilla**  
Investigador Independiente

**Irene Abigail Cervantes Chávez**  
Investigador Independiente

**María Johsette Villavicencio Villavicencio**  
Investigador Independiente

**Marcos Gabriel Velasco Rea**  
Investigador Independiente

**Andrea Carolina Santafe Ramón**  
Investigador Independiente

**Nancy Gabriela Chérrez Patarón**  
Investigador Independiente

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.13750](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13750)

## Curación de Heridas con Utilización de Células Madre Mesenquimales

**Kelly Abigail Villavicencio Padilla<sup>1</sup>**

[kellyabigail.villavicencio@gmail.com](mailto:kellyabigail.villavicencio@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-9604-2295>

Investigador Independiente

**María Johsette Villavicencio Villavicencio**

[johsy6990@hotmail.com](mailto:johsy6990@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0002-7329-1075>

Investigador Independiente

**Andrea Carolina Santafe Ramón**

[asantafe96@gmail.com](mailto:asantafe96@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0001-8528-4000>

Investigador Independiente

**Irene Abigail Cervantes Chávez**

[abicervantesch@gmail.com](mailto:abicervantesch@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0007-8051-8211>

Investigador Independiente

**Marcos Gabriel Velasco Rea**

[marcosvelascom.d@icloud.com](mailto:marcosvelascom.d@icloud.com)

<https://orcid.org/0009-0003-9975-7184>

Investigador Independiente

**Nancy Gabriela Chérrez Patarón**

[gabycherrezp@outlook.com](mailto:gabycherrezp@outlook.com)

<https://orcid.org/0000-0003-2669-4082>

Investigador Independiente

### RESUMEN

Existen diversos procedimientos en la actualidad utilizados para la realización de curación de heridas las mismas que pueden ser difíciles de sanar mediante tratamiento convencionales. Existe una posible luz al utilizar células madre mesenquimales para el tratamiento de regeneración e las heridas, esto debido a su gran efecto de diferenciación, baja inmunogenicidad y alta capacidad de controlar la inflamación. Los diferentes estigmas que suelen generar las cicatrices de heridas generan un alto impacto en el componente físico, psicológico y mental de las personas que padecen heridas con difícil cicatrización, además de la alta posibilidad de infección y generar altos costos económicos de manera individual y gubernamental. La mayoría e procedimiento s de medicina regenerativa son poco o escasamente cubiertos por organismos estatales dificultando más aún un verdadero proceso de curación. Una de las fuentes de las células mesenquimales es la gelatina de Warthon que se encuentra en el cordón umbilical, utilizándose no solo para la curación de heridas , observándose grandes resultados en otros procesos curativos.

**Palabras clave:** curación de heridas, células madre mesenquimales, infección, medicina regenerativa

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [kellyabigail.villavicencio@gmail.com](mailto:kellyabigail.villavicencio@gmail.com)

# Wound Healing Using Mesenchymal Stem Cells

## ABSTRACT

There are various procedures currently used to heal wounds that can be difficult to heal with conventional treatments. There is a possible light in using mesenchymal stem cells for the treatment of wound regeneration, due to their great differentiation effect, low immunogenicity and high capacity to control inflammation. The different stigmas that wound scars usually generate have a high impact on the physical, psychological and mental component of people who suffer from wounds that are difficult to heal, in addition to the high possibility of infection and generate high economic costs individually and governmentally. Most regenerative medicine procedures are little or scarcely covered by state agencies, making a true healing process even more difficult. One of the sources of mesenchymal cells is Warthon's gelatin found in the umbilical cord, used not only for wound healing, but also with great results in other healing processes

**Keywords:** wound healing, mesenchymal stem cells, infection, regenerative medicine

*Artículo recibido 20 agosto 2024*

*Aceptado para publicación: 25 de septiembre 2024*



## **INTRODUCCIÓN**

La demormoliepectomía es un procedimiento mínimamente invasivo que tiene fines funcionales y estéticos, en el cual se realiza el retiro del exceso de piel y tejido adiposo en brazos y abdomen <sup>1</sup>. Generalmente este procedimiento suele presentar una tasa de complicación entre el 45.8 % dentro de ellos se desatacan los seromas en su gran mayoría seguidos de infecciones, hemorragias, hematomas y necrosis de la piel de éstas lesiones mencionadas un 11% requiere intervención y reparación <sup>2</sup>.

Al tratarse de una procedimiento estético y quirúrgico se acompaña de lesiones persistentes por la aparición de adherencias que interrumpen la cicatrización en un porcentaje grande de los pacientes generando {ulceras crónicas de difícil tratamiento <sup>3</sup>. Las diferentes comorbilidades asociadas entre éstas diabetes, hipertensión, desnutrición u obesidad hacen las personas que las padecen muestren que se dificulte más aún la curación <sup>4</sup>.

La aplicación de parches hidrocoloides, fármacos, operaciones o colocación de injertos forman parte del tratamiento convencional, sin embargo, su efectividad no suele ser satisfactoria y pueden generar efectos adversos y secundarios que compliquen más aun la recuperación y remodelación del tejido <sup>5</sup>. Entre una alternativa que va ganando espacio en los últimos años se muestra el uso de las células madre mesenquiales (CMM) como tratamiento celular para regenerar y cicatrizar órganos y tejidos <sup>6</sup>. Esto debido a que poseen una gran capacidad de diferenciarse en osteoblastos, condrocitos, adipocitos, células musculares y neurocitos <sup>7</sup>.

Una fuente que nos permite una fácil recolección de CMM es la gelatina de Wharton (CMMWG) del cordón umbilical, debido a que presenta una amplia fuente de células madre con alta capacidad de diferenciación y su gran beneficio se denota en que no implica complicaciones éticas para su uso posterior al parto <sup>8</sup>. Su baja inmunogenicidad esto debido a que muestran que no activan la proliferación de linfocitos T, al no expresar el complejo principal de histocompatibilidad clase II ni a moléculas coestimuladoras como los CD40 y CDR8 , elementos indispensables para la activación de células T <sup>9</sup>.

## **MATERIALES Y METODOS**

Se realizó una revisión de la literatura en PubMed, Elsevier, Web of Science y Google Scholar para identificar artículos que discutieran curación de heridas con células madre mesenquiales desde el año 2010 hasta el año 2024. Combinación de palabras para generas búsquedas mediante la utilización de



palabras clave , *curación de heridas; células madre mesenquimales; infección; medicina regenerativa..*

Se utilizaron estudios publicados en idioma inglés en la gran mayoría e investigaciones con alto impacto en el idioma español. Los artículos más relevantes fueron analizados y presentados en la revisión

## **RESULTADOS**

Varios estudios clínicos muestran que tras la administración de CMMGW existe una proliferación de linfocitos que inhibe y no activa el sistema de complemento <sup>9</sup>. Esto es lo que explica la razón del por qué tras la colocación del injerto el rechazo celular en mínimo o nulo, incluso en individuos no compatibles. Las CMM presenta efectos inmunomoduladores en las células T y B, dendríticas y NK que se tras inhibir la proliferación de las células inmunitarias y reducir la liberación de citoquinas hacen que se produzca una menor reacción inflamatoria <sup>9 10</sup>.

Las propiedades alogénicas de las CMMGW brindan una ventaja para la regeneración de tejidos y así poder alcanzar el cierre de heridas y evitar el rechazo. La presente revisión tiene por objetivo emplear el tratamiento de células madre mesenquimales como una posible forma de tratamiento para la curación de heridas y úlceras persistentes en las que los procedimientos de manera convencional aplicados no han logrado de manera satisfactoria la cicatrización. La colocación de CMMGW del cordón umbilical, logradas de manera satisfactoria ser trasplantadas , evita el rechazo inmunológico y recupera la capacidad de recuperación e inmunoregulación. Esto representa una novedosa alternativa terapéutica para el tratamiento de úlceras y lesiones de difícil atención.

### **Obtención de las células madre mesenquimales de la gelatina de warthon y su aplicación**

Las CMM se aíslan a partir de la gelatina de Warthon de cordones umbilicales de madres con estado de salud adecuado durante la gestación y sin complicaciones materno-fetales, se prefiere aquellas gestantes entre 38 y 40 semanas y se los almacena en un banco de tejidos que tenga una certificación para poder preservarlos. Para la obtención de cultivos celulares, los cordones umbilicales se lavan y procesan mediante la aplicación de dos enzimas consecutivas: colagenasa tipo 2 al 1% en PSS y tripsina al 0.1 % ambas con agitación constante a 37, 5 grados durante 60 y 30 minutos respectivamente. La mezcla colocada en enzimas se procesa mediante cultivo en placas. Al alcanzar confluencia de 80 a 90 % , las células proceden a desprenderse y son sembradas y las que se encuentran listas se proceden a administrarse de manera intradérmica en los bordes y el lecho de lesión , previo lavado y desinfección



de la zona de aplicación. La lesión se revisó y cubrió con apósito estéril cada día, este proceso se repitió durante siete días.

### **Expresión génica de antígenos de superficie**

La expresión génica para los marcadores de superficie de las CMM se evalúa mediante la ampliación e RT-PCR en tiempo real. Donde el RNA que se extrae a partir del cultivo de las células y de los leucocitos para poder determinar la expresión hematopoyética, mediante el protocolo de extracción. La biopsia de 5\*5 mm en el interior de la zona de la herida al inicio del tratamiento y otra que se realizó al séptimo muestran que la respuesta inmunológica no es significativa, no produciendo puntos de necrosis ni daño celular, al contrario se evidencia cambios en la matriz de y membrana proliferativa.

### **Células madre mesenquiales**

Las células de la gelatina de Wharton se seleccionaron y aislaron como muestra en la Figura 1. El cultivo muestra características de CMM con evidencia de fibroblastos, por otra parte las células muestran una respuesta a un proceso de diferenciación celular al formar depósitos de calcio y extracelulares. Las CMM muestran expresión génica de los marcadores de superficie CF 73, CD 90 y CD105.

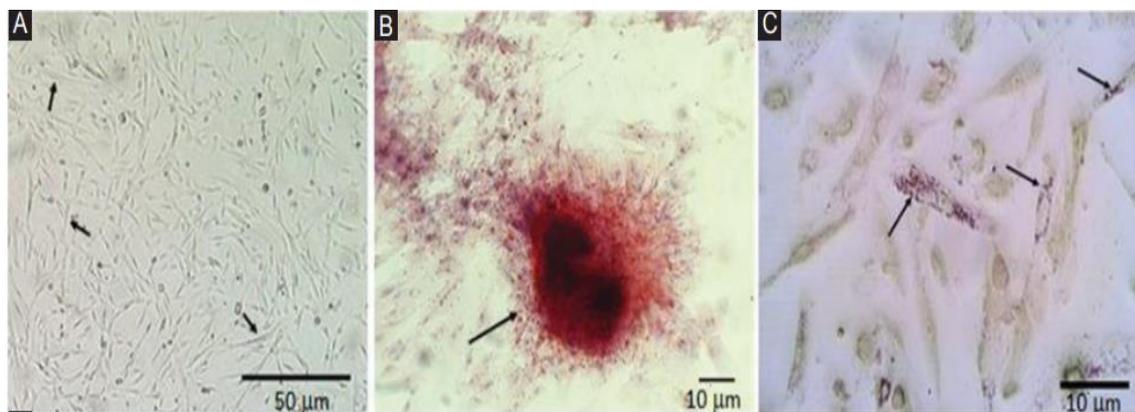


Figura 1. Obtención y caracterización de las CMM de gelatina de Wharton. A: Cultivos de CMM de gelatina de Wharton en el sexto pase; B: Células en medio de diferenciación osteogénica, ↑, acumulos de Ca<sup>++</sup> y fosfato extracelular teñidos con rojo de alizarina; C: Células en medio de diferenciación adipogénico, ↑, con vesículas lipídicas intracelulares teñidas con rojo oleoso

### **Respuesta de la lesión al tratamiento**

Tras la aplicación de las CMM de manera cutánea sobre la lesión, se observa que el tejido presenta una recuperación y mejora en la cicatrización, como se puede observar en la Figura. 2 . Al día siete de la instauración del tratamiento, la lesión muestra una reducción en la extensión y profundidad, se evidencia

la existencia de bordes mejor definidos y una capa superficial que indica cicatrización, la tasa de cierre fue más rápida y se redujo en un 70 %, en los primeros 7 días.

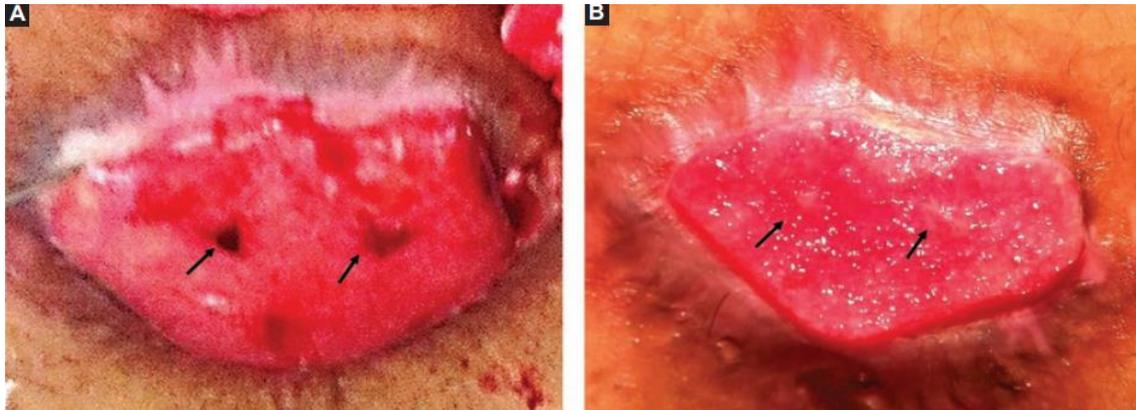


Figura 2. Respuesta de la lesión. A: Aspecto de la herida antes del tratamiento; B: Aspecto de la herida siete días después del primer tratamiento, ↑: sitios de biopsias

## DISCUSION

### Células madre en prevención y minimización de cicatrices quirúrgicas

En los últimos cinco años, se ha investigado extensamente el potencial de las terapias basadas en células madre para mejorar la cicatrización de heridas quirúrgicas y reducir la formación de cicatrices, destacándose como una alternativa prometedora frente a los métodos convencionales. Las células madre derivadas del tejido adiposo (AD-MSCs) han emergido como una opción particularmente eficaz en este contexto. Su facilidad de obtención, alta capacidad de proliferación y la secreción de factores proangiogénicos les confieren un papel crucial en la regeneración tisular. Estas células se utilizan para tratar diversas condiciones, incluyendo úlceras diabéticas, úlceras venosas y heridas postquirúrgicas, mediante diferentes métodos de aplicación, como administración tópica, incorporación en andamios, y combinación con proteínas ricas en plasma. Estas técnicas han mostrado resultados favorables en la reducción del dolor, acortamiento de los tiempos de curación y mejora de la apariencia estética de las cicatrices <sup>11</sup>.

La efectividad de las AD-MSCs se debe a su capacidad para liberar una variedad de citoquinas y factores de crecimiento, que no solo facilitan la angiogénesis, sino que también modulan la respuesta inflamatoria, un proceso clave para una cicatrización óptima. Durante la cicatrización de heridas, es crucial regular la inflamación, promover la formación de nuevos vasos sanguíneos y facilitar la remodelación del tejido dañado. Las AD-MSCs cumplen estas funciones liberando moléculas bioactivas

que actúan de manera paracrina, es decir, afectando a las células vecinas sin necesidad de contacto directo, lo que resulta en una regeneración más eficiente del tejido y una menor formación de cicatrices<sup>11,12</sup>.

Además, las investigaciones en ingeniería de tejidos han mostrado que el uso de matrices dérmicas que contienen fibroblastos fetales puede ser una estrategia efectiva para promover la cicatrización sin cicatrices. Las células fetales presentan una capacidad migratoria superior, un perfil de citoquinas diferente, y mayor expresión de genes anti-fibróticos en comparación con los fibroblastos adultos. Estas diferencias permiten que las matrices dérmicas basadas en fibroblastos fetales faciliten una reparación más eficiente del tejido sin cicatrices, lo cual es un objetivo terapéutico clave en la medicina regenerativa<sup>12</sup>.

## **DISCUSION**

Por otro lado, los exosomas derivados de células madre mesenquimales (MSC-Exos) han ganado atención como una estrategia innovadora para la cicatrización de heridas. Los exosomas son vesículas extracelulares que transportan proteínas, lípidos, ARN, y otros componentes biológicamente activos entre células, actuando como mediadores críticos en la comunicación celular. Estudios recientes han demostrado que los MSC-Exos pueden desempeñar un papel importante en la inhibición de la inflamación, la promoción de la formación de nuevos vasos sanguíneos, la estimulación de la proliferación celular y la facilitación de la deposición de colágeno, todos procesos esenciales para una cicatrización efectiva de heridas<sup>13</sup>. Estos exosomas tienen la ventaja de ser fácilmente almacenables y no rechazados por el sistema inmunológico, lo que presenta una alternativa terapéutica translacional prometedora, especialmente para heridas crónicas como las úlceras diabéticas<sup>13</sup>.

El interés en las terapias basadas en células madre también se extiende a la utilización de células madre derivadas de tejido adiposo (ASCs), que han demostrado ser una opción viable para el tratamiento de heridas. Las ASCs no solo son abundantes y fáciles de obtener, sino que también poseen una rica composición de citoquinas y otros factores celulares que facilitan la regeneración tisular. Estas células madre son capaces de auto-renovarse y diferenciarse en células especializadas, lo que permite una regeneración eficiente del tejido dañado y una reducción en la formación de cicatrices<sup>14</sup>.



## Células madre en alopecia

La pérdida de cabello, es una condición llamada alopecia. Los tipos de alopecia incluyen la androgénica, areata, cicatricial, difusa, y traumática. La alopecia androgénica (AGA), es la forma más común de alopecia en todo el mundo, es de tipo crónica y surge de una respuesta excesiva a los andrógenos. LA AGA se presenta en una distribución característica única de ambos sexos<sup>15</sup>, con una incidencia que aumenta con la edad. Hay dos fármacos aprobados para su tratamiento: minoxidil tópico y finasterida oral<sup>16</sup>. Sin embargo, hay tratamientos que, aunque no estén aprobados por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), como la dutasteride<sup>17</sup>, son eficaces, al igual que hay otros que se están explorando. Las células madre pluripotentes (PSC), por ejemplo, proliferan infinitamente y se diferencian en células de las tres capas germinales. Estas dos propiedades las hacen fuentes atractivas para terapias celulares<sup>18</sup>. Es por eso que en esta sección se desarrollará la utilización de células madre como tratamiento para la alopecia, especialmente en la AGA.

Según Kreffft-Trzcyniecka et al.<sup>17</sup>, la inyección de una mezcla que contiene células madre epiteliales de la piel y células madre mesenquimales puede inducir nuevos folículos pilosos. Más adelante se hablará específicamente del trasplante de células madre, el medio condicionado (CM) y los exosomas como derivados de células madre y métodos para la regeneración de los folículos pilosos. Las terapias con células madre usan células madre mesenquimatosas (MSCs) de la base de folículos pilosos ya existentes. Sin embargo, también se pueden obtener del tejido adiposo y de la médula ósea o el uso de células madre embrionarias del cordón umbilical, para estimular el crecimiento o el reemplazo del cabello<sup>18</sup>. A estos trasplantes se los categoriza según la fuente de obtención de las células madre, en autólogos y alogénicos. En un trasplante autólogo o autotrasplante, el paciente es su propio donante, por lo que se reduce el riesgo de rechazo. En el trasplante alogénico o alotrasplante, las células madre se obtienen de una persona distinta al paciente, ya sea emparentado o no, lo que trae un mayor riesgo de rechazo a las células extrañas.

Es importante destacar dos particularidades. En primera instancia, las situaciones estresantes disminuyen la actividad de las células madre del folículo debido al cortisol, ubicadas en el bulto, entre el músculo erector del pelo y la abertura de la glándula sebácea, lo que reduce la capacidad de regeneración del cabello<sup>18</sup>. En segunda instancia, que las células madre foliculares pilosas (HFSC)



cambian periódicamente entre las fases activa e inactiva, lo que permite mantener estables las poblaciones de células madre en los folículos pilosos; sin embargo, esta capacidad disminuye con el envejecimiento <sup>17</sup>. Por esto, es crucial comprender el ciclo de crecimiento del cabello humano. Existen tres fases en un ciclo de crecimiento. La primera llamada Anagen, es la fase de crecimiento en la que el cabello crecerá hasta 1 cm por mes y puede durar hasta siete años <sup>(4)</sup>. La segunda, catágena, es una fase de transición de dos semanas, entre el crecimiento y la caída del cabello donde el tallo del cabello se separa del folículo y entra en la fase telógena inactiva. La fase telógena puede durar cuatro meses, en la que el cabello está en reposo y posteriormente cae para volver a crecer desde su folículo.

Dicho esto, en el trasplante de células madre se intenta inyectar células madre vivas directamente en el cuero cabelludo para que crezcan. Se toma una biopsia de folículo por punción y se recorta a un ancho de 2 × 2 mm y se elimina la grasa <sup>19</sup>. El tejido restante se coloca en 1,2 ml de solución salina normal y se centrifuga para separar las células. La suspensión resultante y las células se inyectan a una profundidad de 5 mm en el sitio previsto<sup>19</sup>. Esto mejoró la densidad del cabello de pacientes con alopecia androgénica. También se demostró que la región de la papila dérmica (DP) es una zona crucial del folículo piloso que contiene MSCs que participan en la inducción del crecimiento y control del ciclo del cabello. Las células DP están rodeadas por células de la vaina dérmica (DSC), las cuales son esenciales para la regeneración y proliferación de las células DP y, por lo tanto, para el crecimiento del cabello. Los andrógenos circulantes desregulan la señalización derivada de las células DP, lo que lleva a la pérdida de cabello en la AGA<sup>20</sup>.

Los estudios han descrito un segundo método en el que la sangre del paciente circula a través de un sistema cerrado que contiene células madre multipotentes (como las células madre del cordón umbilical, CB-SC) <sup>19</sup>, y se reintegra al paciente posteriormente. Esta terapia ha mostrado que induce la formación de una capa de factor de crecimiento transformante beta (TGF- $\beta$ ) alrededor del folículo piloso, protegiéndolo del sistema inmunológico. A esto se lo conoce como medio condicionado CM derivado de células madre, en el que no se inyectan células vivas, sino que el paciente recibe una terapia basada en los factores de crecimiento y otras moléculas bioactivas que las células madre secretan en el proceso. Por último, los exosomas son vesículas extracelulares de tamaño más pequeño, que actúan como transportadores y mensajeros de célula a célula por poseer moléculas de señalización que incluyen



factores de transcripción, citoquinas y ARN <sup>20</sup>. Son, además, importantes moduladores de la señalización paracrina, aquellos exosomas derivados de células DP podrían ser de gran importancia para la regeneración de los folículos pilosos <sup>20</sup>. Varios estudios preclínicos muestran resultados favorables, pero los exosomas siguen necesitando ser estudiados con más profundidad para categorizarlos como un nuevo tratamiento regenerativo para la caída del cabello.

Aunque los estudios iniciales muestran potencial, hay muchos otros que siguen en curso, además, la terapia con células madre presenta limitaciones, como la falta de estandarización en la preparación, la cantidad de células utilizadas, el intervalo entre tratamientos y la elección del tipo de célula madre.

Además, los factores del medio condicionado derivado de células madre son variables y su agotamiento rápido puede requerir aplicaciones frecuentes y no una inyección permanente. A pesar de eso, La Sociedad Internacional de Cirugía de Restauración del Cabello informa que alrededor de 35 millones de hombres y 21 millones de mujeres estadounidenses sufren pérdida de cabello <sup>19</sup>, por lo que se debe seguir desarrollando este tratamiento; además, combinar técnicas actuales con células madre podría mejorar el tratamiento de la calvicie, restaurando la confianza en los pacientes si se logran efectos permanentes (figura 3)<sup>21</sup>.



Figura 3. Terapia combinada de trasplante capilar con células madre y trasplante capilar

## CONCLUSIONES

En general, las terapias basadas en células madre han revolucionado el enfoque hacia la cicatrización de heridas, superando las limitaciones de los métodos tradicionales, como los trasplantes de piel y los sustitutos cutáneos, que a menudo se asocian con altos costos, riesgo de infección y formación de

cicatrices no deseadas. Las células madre, y en particular las AD-MSCs y los exosomas derivados de células madre, ofrecen nuevas oportunidades para mejorar tanto la calidad de la cicatrización como la calidad de vida de los pacientes, mientras que también tienen el potencial de reducir significativamente los costos de atención médica asociados con el tratamiento de heridas difíciles. Estas investigaciones refuerzan el potencial de las terapias basadas en células madre para transformar los enfoques actuales en la cicatrización de heridas quirúrgicas, aprovechando su capacidad regenerativa para promover una curación más rápida y con menos cicatrices.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Gentileschi S, Servillo M, D'Etorre M, Salgarello M. Abdominal subcutaneous mass after laser-assisted lipolysis and immediate multiple treatments with a dual-wavelength laser, vacuum and massage device. *Aesthet Surg J*. 2016;36:NP144-149.
- García-García ML, Martín-Lorenzo JG, Campillo-Soto A, Torralba-Martínez JA, Liron-Ruiz R, Miguel-Perello J, et al. Complications and level of satisfaction after dermolipectomy and abdominoplasty post-bariatric surgery. *Cir Esp*. 2014;92:254-260.
- Merle R, Serron K, Marco O, Chaouat M, Teissier S, Mimoun M, et al. Study of satisfaction concerning the navel after abdominal dermolipectomy with transposition: a report of 96 cases. *Ann Chir Plast Esthet*. 2017
- Davis FM, Kimball A, Boniakowski A, Gallagher K. Dysfunctional wound healing in diabetic foot ulcers: new crossroads. *Curr Diab Rep*. 2018;18:2
- Giuggioli D, Manfredi A, Lumetti F, Sebastiani M, Ferri C. Cryoglobulinemic vasculitis and skin ulcers. Our therapeutic strategy and review of the literature. *Semin Arthritis Rheum*. 2015;44:518-526.
- Badiavas EV, Falanga V. Treatment of chronic wounds with bone marrow-derived cells. *Arch Dermatol*. 2003;139:510-516.
- Chen MY, Lie PC, Li ZL, Wei X. Endothelial differentiation of Wharton's jelly-derived mesenchymal stem cells in comparison with bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Exp Hematol*. 2009;37:629-640.
- Bongso A, Fong CY, Gauthaman K. Taking stem cells to the clinic: major challenges. *J Cell Biochem*. 2008;105:1352-1360.



Li X, Bai J, Ji X, Li R, Xuan Y, Wang Y. Comprehensive characterization of four different populations of human mesenchymal stem cells as regards their immune properties, proliferation and differentiation. *Int J MolMed*. 2014;34:695-704.

Magatti M, De Munari S, Vertua E, Gibelli L, Wengler GS, Parolini O. Human amnion mesenchyme harbors cells with allogeneic T-cell suppression and stimulation capabilities. *Stem Cells*. 2008;26:182-192

Mohseni F, Daneshmand T, Hamidabadi HG, et al. The efficacy of stem cells in wound healing: a systematic review. *Int J Mol Sci*. 2024 Mar 5;25(5):3006. doi:10.3390/ijms25053006. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/5/3006>.

Liu Z, Yan Z, Huang X, et al. Skin tissue engineering: wound healing based on stem-cell-based therapeutic strategies. *Stem Cell Res Ther*. 2024 Jan 15;15(1):50. doi:10.1186/s13287-023-03204-y. Disponible en: <https://stemcellres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13287-019-1212-2>.

Zhang M, Wu X, Zhou S, et al. Therapeutic application of mesenchymal stem cell-derived exosomes in skin wound healing. *Front Pharmacol*. 2024;15:305. doi:10.3389/fphar.2024.305000. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2024.305000/full>.

Lee JH, Kim SR, Kim JH, et al. Adipose stem cell-based treatments for wound healing. *Front Med*. 2024;11:100.doi:10.3389/fmed.2024.100500. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2024.100500/full>.

Wang Y, Li Y, Chen C, et al. Stem cells and regenerative strategies for wound healing: therapeutic and clinical implications. *Curr Pharm Rep*. 2024;10(2):95-108. doi:10.1007/s40495-023-00250-6.

Devjani S, Ezeema O, Kelley KJ. Androgenetic Alopecia: Therapy Update. *Eur J Clin Pharmacol*. 2023 Mayo 11; 83(4).

Kreffft-Trzcieniecka K, Piętowska , Nowicka D, Szepietowski JC. Human Stem Cell Use in Androgenetic Alopecia: A Systematic Review. *Cells*. 2023 Marzo; 12(6).

Yamanaka S. Pluripotent Stem Cell-Based Cell Therapy—Promise and Challenges. *Cell Stem Cell*.



2020 Octubre 01; 27(4).

Stem Cell Applications in Human Hair Growth: A Literature Review. Cureus. 2023 Abril 11; 15(4).

Egger A, Tomic-Canic M, Tosti A. Advances in Stem Cell-Based Therapy for Hair Loss. CellR4. 2020 Septiembre 02; 8(e2894).

Cinik E. Emrah Cinik. [Online].; 2024 [cited 2024 Septiembre. Available from:

<https://emrahcinik.com/es/transplante-de-pelo/cellulas-madre/>.

