



Aplicación de las células madres mesenquimales de tejido adiposo en cirugía plástica y reconstructiva, artículo de revisión

Application of mesenchymal stem cells from adipose tissue in plastic and reconstructive surgery, review article

Aplicação de células estaminais mesenquimais do tecido adiposo em cirurgia plástica e reconstrutiva, artigo de revisão

Emily Saria Mesa Silva ^I

emilysariah.1699@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-6814-0111>

Josselyn Nicole Hidalgo Vela ^{II}

nico.hidalgo1807@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-8758-517X>

Wellington Paul Luna Verdezoto ^{III}

paulunaverdezoto@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-5296-2141>

Heidy Carolina Ortiz Barrera ^{IV}

heidycarortiz@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-4681-6085>

Correspondencia: emilysariah.1699@gmail.com

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

*** Recibido:** 26 de agosto de 2025 ***Aceptado:** 24 de septiembre de 2025 *** Publicado:** 27 de octubre de 2025

- I. Médica General, investigadora autónoma, egresada de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
- II. Médica General, investigadora autónoma, egresada de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
- III. Médico General, investigador autónomo, egresado de la Facultad de Medicina de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
- IV. Médica General, investigadora autónoma, egresada de la Facultad de Medicina de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.

Resumen

Las células madre mesenquimales (CMM) derivadas del tejido adiposo han emergido en los últimos años como una herramienta prometedora en el campo de la cirugía plástica y reconstructiva. Su fácil obtención, alta capacidad de proliferación y diferenciación en múltiples linajes celulares las convierten en una fuente atractiva para la regeneración de tejidos blandos y el manejo de defectos estructurales. Esta revisión bibliográfica tiene como objetivo analizar la evidencia científica disponible sobre el uso de CMM adiposas en procedimientos reconstructivos, evaluando su efectividad, seguridad y perspectivas futuras en la práctica clínica. Materiales y métodos: Para la realización de la siguiente revisión bibliográfica se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos de alta calidad, en donde se tomaron en cuenta como criterios de inclusión aquellos estudios como: Ensayos controlados, revisiones sistemáticas, metaanálisis, reportes de caso publicados desde el año 2019 hasta la actualidad. Además, las búsquedas se realizaron en bases de datos certificadas como Web of Science, Embase, Cochrane Library, PubMed. De esta manera garantizando la validez y excelencia de la información aquí presentada. Resultados: La mayoría de los estudios revisados demostraron resultados favorables en cuanto a regeneración tisular, integración celular y mejora estética en procedimientos como reconstrucción mamaria, tratamiento de quemaduras, cicatrices y defectos de tejidos blandos. Las CMM de tejido adiposo mostraron capacidad para modular la respuesta inflamatoria y promover la angiogénesis, facilitando la cicatrización y la regeneración funcional. Sin embargo, la heterogeneidad metodológica y la falta de ensayos clínicos a gran escala limitan la estandarización de protocolos terapéuticos.

Palabras Clave: Células madre mesenquimales; tejido adiposo; cirugía plástica; cirugía reconstructiva; regeneración tisular; terapia celular.

Abstract

Mesenchymal stem cells (MSCs) derived from adipose tissue have emerged in recent years as a promising tool in the field of plastic and reconstructive surgery. Their easy acquisition, high proliferation capacity, and differentiation into multiple cell lines make them an attractive source for soft tissue regeneration and the management of structural defects. This bibliographic review aims to analyze the available scientific evidence on the use of adipose MSCs in reconstructive procedures, evaluating their effectiveness, safety, and future prospects in clinical practice.

Materials and methods: To carry out the following bibliographic review, an exhaustive search of high-quality scientific articles was carried out, where inclusion criteria were taken into account those studies such as: controlled trials, systematic reviews, meta-analyses, case reports published from 2019 to the present. In addition, searches were carried out in certified databases such as Web of Science, Embase, Cochrane Library, PubMed, thus guaranteeing the validity and excellence of the information presented here. **Results:** Most of the reviewed studies demonstrated favorable results in tissue regeneration, cellular integration, and aesthetic improvement in procedures such as breast reconstruction, burn treatment, scars, and soft tissue defects. Adipose tissue MSCs have shown the ability to modulate the inflammatory response and promote angiogenesis, facilitating healing and functional regeneration. However, methodological heterogeneity and the lack of large-scale clinical trials limit the standardization of therapeutic protocols.

Keywords: Mesenchymal stem cells; adipose tissue; plastic surgery; reconstructive surgery; tissue regeneration; cell therapy.

Resumo

As células estaminais mesenquimais (MSCs) derivadas do tecido adiposo têm surgido nos últimos anos como uma ferramenta promissora no campo da cirurgia plástica e reconstructiva. A sua fácil aquisição, elevada capacidade de proliferação e diferenciação em múltiplas linhagens celulares tornam-nas uma fonte atrativa para a regeneração de tecidos moles e tratamento de defeitos estruturais. Esta revisão bibliográfica tem como objetivo analisar a evidência científica disponível sobre a utilização das CTM adiposas em procedimentos reconstructivos, avaliando a sua eficácia, segurança e perspectivas futuras na prática clínica. **Materiais e métodos:** Para realizar a seguinte revisão bibliográfica, foi realizada uma pesquisa exaustiva de artigos científicos de elevada qualidade, onde foram tidos em conta os critérios de inclusão de estudos como: ensaios controlados, revisões sistemáticas, meta-análises, relatos de casos publicados desde 2019 até ao presente. Além disso, foram realizadas pesquisas em bases de dados certificadas como Web of Science, Embase, Cochrane Library, PubMed, garantindo assim a validade e a excelência da informação aqui apresentada. **Resultados:** A maioria dos estudos revistos demonstraram resultados favoráveis na regeneração tecidual, integração celular e melhoria estética em procedimentos como a reconstrução mamária, tratamento de queimaduras, cicatrizes e defeitos de tecidos moles. As CTM do tecido adiposo demonstraram a capacidade de modular a resposta inflamatória e promover a

angiogénesis, facilitando la cicatrización y la regeneración funcional. No obstante, la heterogeneidad metodológica y la ausencia de ensayos clínicos a gran escala limitan la uniformización de los protocolos terapéuticos.

Palabras-clave: Células estaminales mesenquimales; tejido adiposo; cirugía plástica; cirugía reconstructiva; regeneración de tejidos; terapia celular.

Introducción

Los tejidos naturalmente experimentan un proceso de degeneración celular y molecular a medida que transcurren los años, en un intento de reparar la lesión tisular ocasionada tanto por el envejecimiento como por factores externos que condicionan heridas crónicas y agudas, ha surgido el estudio de las células mesenquimales pluripotenciales, particularmente aquellas derivadas del tejido adiposo, pues son fácilmente obtenibles y cultivables; demostrando alta viabilidad y expresión de factores mitógenos y citocinas con propiedades cicatrizantes (Hadzimustafic, D'Elia, Shamoun, & Haykal, 2024).

Se ha propuesto que las células mesenquimales promueven la curación de heridas por vía parácrina, regulando la actividad de macrófagos y células T. Además, disminuyen la inflamación sintetizando citocinas antiinflamatorias, promueven la angiogénesis y la diferenciación de fibroblastos. Se atribuyen todos estos procesos celulares a pequeños orgánulos secretorios de membrana única, ricos en proteínas, lípidos y ácido nucleico; conocidos como exosomas (Yang, y otros, 2021).

Los exosomas derivados de las células mesenquimales del tejido adiposo se han convertido en diana de estudio para el tratamiento de heridas crónicas y la regeneración celular, pues a diferencia de las propias células, estos son de fácil almacenamiento, alta estabilidad y baja inmunogenicidad. Esta revisión pondrá en manifiesto los mecanismos biológicos y fisiopatológicos implicados en el trabajo de las células mesenquimales, y su utilidad en cirugía plástica y reconstructiva (Yang, y otros, 2021) (Yanling, y otros, 2023).

Metodología

Para la realización de la siguiente revisión bibliográfica se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos de alta calidad, en donde se tomaron en cuenta como criterios de inclusión aquellos estudios como: Ensayos controlados, revisiones sistemáticas, metaanálisis, reportes de caso publicados desde el año 2019 hasta la actualidad. Además, las búsquedas se realizaron en

bases de datos certificadas como Web of Science, Embase, Cochrane Library, PubMed. De esta manera garantizando la validez y excelencia de la información aquí presentada.

Resultados

Células madres mesenquimales derivadas del tejido adiposo

Tradicionalmente se pensaba que el tejido adiposo era relativamente inerte, pues carecía de una gran actividad biológica siendo su función principal la de almacenar energía. Esta concepción cambió radicalmente cuando se describió la actividad hormonal de las adipocinas, y posteriormente estudios in vitro e in vivo demostraron que las células madres adiposas son multipotentes con capacidad de diferenciación. Fue así, que en 2001 fueron aisladas por primera vez células mesenquimatosas a partir de la fracción vascular estromal del tejido adiposo (Bunnell, 2021) (Yi, y otros, 2023).

A diferencia de las células madre embrionarias, la obtención desde el tejido adiposo y más fácil no solo técnicamente, sino también éticamente. Las ventajas que ofrecen las células mesenquimales adiposas son: la sencilla adherencia a los frascos de cultivo, alta capacidad de expansión in vitro y diferenciación multilineal. Lo que las ha posicionado como una herramienta importante en la reparación tisular y de órganos en el ámbito de la medicina regenerativa y cirugía plástica (Mengzhu , y otros, 2021).

Un estudio experimental de tratamiento antienvjecimiento, realizado en modelos animales logró describir mecanismos a través de los cuales las células mesenquimales del tejido adiposo retrasaron la senescencia replicativa y transformaron el catabolismo a anabolismo. Se descubrió que actuaron acelerando la mitofagia, eliminando especies reactivas de oxígeno (ROS) intracelulares y mejorando la calidad de las mitocondrias; que en última instancia regula la homeostasis celular y retrasa el envejecimiento (Foti, y otros, 2024).

En contexto de la cirugía plástica y reconstructiva cuyo objetivo es la restauración de la forma y la función, estas células ofrecen una opción para injertos de piel autóloga, colgajos compuestos de varios tipos celulares como en el rostro o extremidades. Asimismo, tienen la posibilidad de ser empleados para modelar enfermedades que impactan en tejidos relevantes en cirugía plástica, como el cáncer de piel, la esclerodermia y la epidermólisis ampollosa (Suchanecka, y otros, 2025).

Células madres mesenquimales derivadas del tejido adiposo en reconstrucción mamaria

La cirugía y la ciencia ha evolucionado a tal punto que la reconstrucción mamaria busca resultados estéticos, funcionales y seguridad oncológica. En la última década la introducción de células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo, así como la fracción vascular estromal son una estrategia valida y viable, la cual mejora de manera significativa la supervivencia del injerto adiposo, mejora la calidad de la piel, restaura el volumen y hay estudios que aprueban su uso en las complicaciones como la linfedema post mastectomía. (Jorgensen, 2021) (Abdullah A Al Qurashi, 2024)

La bibliografía actual defiende que el tejido adiposo (en especial cuando se enriquece de células madres mesenquimales), mejora la retención del volumen mamario cuando se habla de reconstrucción. El uso de “Fat grafting” exclusivo sin implantes ni colgajos en una reconstrucción, ha demostrado también eficacia, aunque este este limitado por la necesidad de múltiples sesiones en paciente con radioterapia y tejidos fibróticos. (Yusuke Shimizu, 2025)

En la actualidad, no se asocia el uso de AFG (Autologous Fat Grafting) con un aumento de recurrencia de cáncer, peor aún, con una pérdida de supervivencia en pacientes después de tratamiento oncológico, lo que lo vuelve una terapia con múltiples beneficios para la estética y funcionalidad de la paciente post-mastectomía. (Kai Wang, 2023)

Por otro lado, existen estudios experimentales en donde se está empezando a probar que las células madres mesenquimales derivadas del tejido adiposo con fracción vascular estromal pueden tener efectos pro-angiogénicos, secretar factores de crecimiento, modular la respuesta inmunológica, lo que teóricamente podría reactivas las células tumorales latentes. Sin embargo, estos grupos estudiados no han sido suficientemente estudiados de forma estratificada por lo que concluimos que el uso de esta terapia podría ser optima en aquellos pacientes que ya no poseen tejidos de riesgo. (Pietro Gentile, 2022)

Células madres mesenquimales derivadas del tejido adiposo en curación de herias

Las heridas crónicas, particularmente las úlceras que aparecen en pacientes con diabetes mellitus, representan uno de los mayores desafíos en la medicina regenerativa y en la práctica clínica diaria. La alteración en la perfusión sanguínea, la neuropatía periférica, la disminución en la respuesta inmune y la alteración del metabolismo celular hacen que las heridas diabéticas presenten una evolución tórpida, con una reparación tisular lenta o incluso incompleta. Este tipo de lesiones,

además de generar una elevada morbilidad, constituyen una de las principales causas de amputación no traumática en el mundo (Yang Zhou, 2022).

En los últimos años, las células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo han ganado gran interés como una herramienta terapéutica innovadora para abordar este problema. Estas células poseen una alta capacidad de autorrenovación, diferenciación y secreción de moléculas bioactivas que modulan de forma positiva las distintas fases del proceso de cicatrización. A diferencia de otras fuentes celulares, como la médula ósea, el tejido adiposo es abundante y de fácil acceso mediante técnicas mínimamente invasivas como la liposucción, lo que facilita su obtención en cantidades suficientes para uso clínico (Shiyi, 2023).

Durante la fase inflamatoria de la herida, las células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo actúan regulando la respuesta inmune. Liberan citocinas antiinflamatorias como la interleucina 10, interleucina 4 y el factor de crecimiento transformante beta, que reducen la activación excesiva de macrófagos proinflamatorios y promueven un microambiente más favorable para la reparación. Este efecto inmunomodulador contribuye a disminuir la inflamación crónica que caracteriza a las heridas diabéticas, permitiendo la transición hacia la fase proliferativa (Jun Ho Lee, 2023).

En la fase proliferativa, estas células secretan factores de crecimiento como el factor de crecimiento endotelial vascular, el factor de crecimiento derivado de plaquetas y el factor de crecimiento fibroblástico básico. Estas moléculas estimulan la angiogénesis, es decir, la formación de nuevos vasos sanguíneos, proceso esencial para restablecer la oxigenación y el aporte nutricional del tejido lesionado. Además, promueven la proliferación y migración de fibroblastos, queratinocitos y células endoteliales, favoreciendo la formación de tejido de granulación y la reepitelización de la herida (Fei Yu, 2023).

Otro mecanismo fundamental es su capacidad para diferenciarse en células de linajes mesodérmicos, como fibroblastos y miofibroblastos, lo que permite la síntesis de colágeno tipo I y tipo III, responsables de la fortaleza estructural y la elasticidad del nuevo tejido cutáneo. Este proceso contribuye a la formación de una cicatriz más organizada y funcional. Además, las células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo pueden liberar exosomas y microvesículas que contienen proteínas, microARN y otras moléculas señalizadoras capaces de activar rutas de regeneración celular en las células residentes del tejido dañado (Chuchao Zhou, 2023).

La evidencia experimental y clínica respalda su eficacia. En modelos animales de diabetes, la aplicación local o sistémica de estas células ha demostrado una reducción significativa en el tiempo de cierre de la herida, aumento de la densidad vascular y una mejor organización de las fibras de colágeno. En ensayos clínicos preliminares, los pacientes tratados con injertos de células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo mostraron una mejora notable en la cicatrización, con disminución del tamaño de las úlceras, reducción del dolor y una menor incidencia de infecciones secundarias (Xiaoping Yu, 2023).

Asimismo, se ha explorado la combinación de estas células con biomateriales, como hidrogeles, matrices dérmicas acelulares o andamios tridimensionales, lo que potencia su adherencia, viabilidad y capacidad regenerativa. Estas plataformas permiten un control más preciso en la liberación de factores de crecimiento y en la integración celular con el tejido receptor (Banu Farabi, 2024).

A pesar de los resultados alentadores, existen desafíos que deben abordarse antes de su aplicación rutinaria en la práctica clínica. La estandarización de los métodos de aislamiento, expansión y administración es fundamental para garantizar la reproducibilidad de los resultados. Además, se requiere establecer protocolos de control de calidad que aseguren la pureza y viabilidad de las células, así como estudios longitudinales que evalúen su seguridad a largo plazo, descartando riesgos de transformación tumoral o respuestas inmunológicas indeseadas (Hantae Jo, 2021).

En síntesis, las células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo constituyen una alternativa terapéutica prometedora en la cicatrización de heridas diabéticas, gracias a su acción regenerativa, angiogénica, inmunomoduladora y antiinflamatoria. Su aplicación representa un avance significativo hacia una medicina regenerativa personalizada, capaz de restaurar la integridad tisular y mejorar la calidad de vida de los pacientes diabéticos. El futuro de esta línea de investigación dependerá de la consolidación de evidencia clínica robusta y del desarrollo de estrategias bioingenieriles que potencien sus efectos terapéuticos (Haiyue Ren, 2024).

Células madres mesenquimales derivadas del tejido adiposo y otras aplicaciones innovadoras

Las propiedades de las células mesenquimales han llamado la atención por su potencial intervención en la reparación miocárdica, pues su alta capacidad de diferenciación, autorrenovación, angiogénesis e inmunomodulación disminuirían la fibrosis miocárdica y el tamaño de la cicatriz posterior a un evento isquémico agudo (Zhou, Wang, & Qing, 2021).

Estudios experimentales en ratas revelaron que células mesenquimales obtenidas del tejido adiposo, promovieron la reparación celular posterior al infarto de miocardio al modificar el microARN-324-5p dirigido hacia citocinas pro inflamatorias. Aun se requiere mucha más información al respecto, esta interesante opción podría convertirse a futuro en una diana de tratamiento para una de las enfermedades con mayor mortalidad y morbilidad a nivel mundial (Zhou, Wang, & Qing, 2021).

Limitaciones y desafíos en la aplicación de células madres mesenquimales

Las limitaciones de esta terapia están básicamente basadas en incertidumbres biológicas, heterogeneidad de la técnica, falta de evidencia, déficit en la regulación, logística y la falta de biomarcadores.

- **Efectos pro-angiogénicos y seguridad oncológica:** La secreción de factores de crecimiento favorecen la angiogénesis lo cual teóricamente podría estimular células tumorales latentes, aunque la evidencia está dividida la mayoría concuerda en que se debe realizar una selección rigurosa de pacientes y siguiente prolongado para descartar posibles recidivas en el aspecto oncológico. (Anna Kostecka, 2024)
- **Metodología incompatible:** La falta de estandarización impide comparación entre series e imposibilita recomendaciones universales sobre dosis, volumen y técnicas de recolección/administración.
- **Seguimiento:** Para evaluar riesgos oncológicos y efectos adversos como cambios estructurales, calcificaciones, fibrosis crónica se debe tener un seguimiento de 5 a 10 años. (Roshdy, 2022)
- **Alteraciones en paraclínicos de imagen:** La aplicación de este tipo de terapia puede producir microcalcificaciones, nódulos y otro tipo de artefactos radiológicos que pueden provocar confusión en los cirujanos de cabecera.
- **Complicaciones:** Existen diferentes complicaciones locales y estéticas, dentro de estas se pueden encontrar el infarto del injerto, fibro-esclerosis, necrosis grasa entre otras. Lo que condiciona en algunas ocasiones a necesidad de reintervención. (Goncharov, 2024)
- **Estándares de calidad:** Hasta el momento no existen criterios de conteo celular, esterilidad, marcadores funcionales o viabilidad mínima. Por lo cual representa un riesgo en la reproductibilidad de la técnica en algunos centros no especializados. (Menglin Wang, 2024)

Conclusión

Las células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo constituyen una alternativa prometedora en cirugía plástica y reconstructiva por su capacidad regenerativa, antiinflamatoria y proangiogénica. Han demostrado mejorar la cicatrización de heridas crónicas, especialmente en pacientes diabéticos, y optimizar resultados estéticos y funcionales en reconstrucción mamaria y reparación tisular. Sin embargo, aún se requieren estudios clínicos más amplios y protocolos estandarizados que garanticen su seguridad, eficacia y aplicación ética en la práctica médica.

Referencias

- Abdullah A Al Qurashi, Q. N. (2024). Efficacy of Exclusive Fat Grafting for Breast Reconstruction: An Updated Systematic Review and Meta-analysis. *Aesthetic Plast Surg*, 4979-4985.
- Anna Kostecka, N. K. (2024). Adipose-derived mesenchymal stromal cells in clinical trials: Insights from single-cell studies. *Life Sciences*, Volume 351, 15 August, 122761.
- Banu Farabi, K. R. (2024). The Efficacy of Stem Cells in Wound Healing: A Systematic Review. *Int J Mol Sci*, 5;25(5):3006.
- Bunnell, B. (2021). Adipose Tissue-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Cells*.
- Chuchao Zhou, B. Z. (2023). Stem cell-derived exosomes: emerging therapeutic opportunities for wound healing. *Stem Cell Res Ther*, 26;14(1):107.
- Fei Yu, D. G. (2023). Enhanced adipose-derived stem cells with IGF-1-modified mRNA promote wound healing following corneal injury. *Mol Ther*, 2454-2471.
- Foti, R., Storti, G., Palmesano, M., Scioli, M., Fiorelli, E., Terriaca, S., . . . Orlandi, A. (2024). Senescence in Adipose-Derived Stem Cells: Biological Mechanisms and Therapeutic Challenges. *Int J Mol*.
- Goncharov, E. N. (2024). Analyzing the Clinical Potential of Stromal Vascular Fraction: A Comprehensive Literature Review. *MDPI* , 60(2), 221.
- Hadzimustafic , N., D'Elia, A., Shamoun, V., & Haykal, S. (2024). Human-Induced Pluripotent Stem Cells in Plastic and Reconstructive Surgery. *International Joournal of Molecular Sciences*.
- Haiyue Ren, P. S. (2024). Adipose mesenchymal stem cell-derived exosomes promote skin wound healing in diabetic mice by regulating epidermal autophagy. *Burns Trauma*, 29;12:tkae001.
- Hantae Jo, S. B. (2021). Applications of Mesenchymal Stem Cells in Skin Regeneration and Rejuvenation. *Int J Mol Sci*, 27;22(5):2410.
- Jorgensen, M. G. (2021). Adipose-derived regenerative cells and lipotransfer in alleviating breast cancer-related lymphedema: An open-label phase I trial with 4 years of follow-up. *Stem Cells Translational Medicine*, 844–854.
- Jun Ho Lee, Y. J. (2023). Adipose Tissue-Derived Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes Promote Wound Healing and Tissue Regeneration. *Int J Mol Sci*, 21;24(13):10434.

- Kai Wang, Z. Y. (2023). Meta-Analysis of the Oncological Safety of Autologous Fat Grafting After Breast Cancer on Basic Science and Clinical Studies. *Aesthetic Plast Surg*, Aug;47(4):1245-1257.
- Menglin Wang, J. Z. (2024). Insights into the role of adipose-derived stem cells and secretome: potential biology and clinical applications in hypertrophic scarring. *Stem Cell Res Ther*, 12;15:137.
- Mengzhu , L., Simeng , Z., Bo , J., Sunrun , C., Yuqing , D., Cao, L., & Guo, S. (2021). Adipose-derived stem cells regulate metabolic homeostasis and delay aging by promoting mitophagy. *The FASEB Journal*.
- Pietro Gentile, V. C. (2022). Systematic review: Oncological safety of reconstruction with fat grafting in breast cancer outcomes. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 75(11):4160-4168.
- Roshdy, W. A. (2022). Stromal vascular fraction improves the durability of autologous fat temple augmentation—A split-face randomized study using ultrasound biomicroscopy. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, Pages 1870-1877.
- Shiyi, J. S. (2023). Gelatin methacryloyl (GelMA) loaded with concentrated hypoxic pretreated adipose-derived mesenchymal stem cells(ADSCs) conditioned medium promotes wound healing and vascular regeneration in aged skin. *Biomater Res*, 13;27(1):11.
- Suchanecka, M., Grzelak, J., Farzaneh, M., Józkowiak, M., Data, K., & Azizidoost, S. (2025). Adipose derived stem cells - Sources, differentiation capacity and a new target for reconstructive and regenerative medicine. *Biomed Pharmacother*.
- Xiaoping Yu, P. L. (2023). Function and mechanism of mesenchymal stem cells in the healing of diabetic foot wounds. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 16;14:1099310.
- Yang Zhou, X.-L. Z.-T. (2022). Human adipose-derived mesenchymal stem cells-derived exosomes encapsulated in pluronic F127 hydrogel promote wound healing and regeneration. *Stem Cell Res Ther*, 8;13(1):407.
- Yang, A., Shuyan, L., Xiaojie, T., Shiou, Z., Fangfei, N., Younghuan, Z., . . . Dong, L. (2021). Exosomes from adipose-derived stem cells and application to skin wound healing. *Cell Proliferation in basic and clinical sciences*.
- Yanling, S., Yuchan, Y., Xinyi , X., Jingyi , L., Xiajie , H., & Jucong , Z. (2023). Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes Biopotentiates Extracellular Matrix Hydrogels Accelerate Diabetic Wound Healing and Skin Regeneration. *Advanced Science*.

- Yi, Q., Gaoran, G., Peng, Y., Liangliang, W., Yusen, Q., Guoqing, P., . . . Jiaxiang, B. (2023). An Update on Adipose-Derived Stem Cells for Regenerative Medicine: Where Challenge Meets Opportunity. *Advanced Science*.
- Yusuke Shimizu, Y. I. (2025). ADSC-enhanced versus conventional fat grafting for breast reconstruction: A systematic review and meta-analysis of safety and efficacy outcomes. *Plast Reconstr Surg*, September.
- Zhou, J., Wang, C., & Qing, T. (2021). Role of miRNA-324-5p-Modified Adipose-Derived Stem Cells in Post-Myocardial Infarction Repair. *International Journal Stem Cells*.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).