



ISSN: 3151-8265
DOI:



Periodicidad trimestral Abril-Junio, Volumen 3, Numero 2, Años (2024), Pág. 1-13

Fecha de recepción: 2024-02-05

Fecha de aceptación: 2024-03-05

Fecha de publicación: 2024-04-05

Dinámica de orgánulos en la comunicación intercelular de tejidos

Cristopher David Cuzme Chele

david202cuzme@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0310-0002>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo - Ecuador

Resumen

La comunicación intercelular en tejidos presenta limitaciones científicas relacionadas con la comprensión de cómo la dinámica de los orgánulos regula los procesos de señalización celular, regeneración tisular y respuesta ante patologías degenerativas. En este contexto, el objetivo del estudio fue analizar la dinámica de orgánulos en la comunicación intercelular de tejidos. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental descriptivo correlacional, utilizando información proveniente de organismos nacionales e internacionales, fuentes estatales y literatura científica especializada publicada entre 2021 y 2023. Para el procesamiento estadístico se aplicaron análisis factorial exploratorio, regresión multivariante y correlación de Spearman. Los resultados más relevantes evidenciaron que la biogénesis de vesículas extracelulares explicó el 35 % de la varianza total y presentó el mayor coeficiente predictivo ($\beta=0.67$), mientras que la interacción mitocondria-retículo endoplasmático alcanzó el 28 %. Además, se identificó una correlación alta entre vesículas extracelulares y respuesta celular ($\rho=0.82$), confirmando su papel dominante en la comunicación intercelular. Se determinó que los orgánulos desempeñan funciones estratégicas en la señalización tisular, reparación celular y desarrollo de aplicaciones biomédicas avanzadas.

Palabras clave: dinámica de orgánulos, comunicación intercelular, vesículas extracelulares, mitocondrias, tejidos, señalización celular.

Organelle dynamics in intercellular communication of tissues

Abstract

Intercellular communication in tissues presents scientific limitations related to understanding how organelle dynamics regulate cell signaling, tissue regeneration, and responses to degenerative diseases. In this context, the objective of this study was to analyze organelle dynamics in intercellular communication within tissues. A quantitative approach with a non-experimental descriptive correlational design was applied, using information from national and international organizations, governmental sources, and specialized scientific literature published between 2021 and 2023. Exploratory factor analysis, multivariate regression, and Spearman correlation were used for statistical processing. The most significant findings showed that extracellular vesicle biogenesis explained 35% of total variance and presented the highest predictive coefficient ($\beta=0.67$), while mitochondria-endoplasmic reticulum interaction reached 28%. Additionally, a strong correlation was identified between extracellular vesicles and cellular response ($\rho=0.82$), confirming their dominant role in intercellular communication. It was determined that organelles perform strategic functions in tissue signaling, cellular repair, and advanced biomedical applications.

Keywords: organelle dynamics, intercellular communication, extracellular vesicles, mitochondria, tissues, cell signaling.

Introducción

En el ámbito de la biología celular y tisular, la comprensión de los mecanismos de comunicación intercelular ha experimentado un avance significativo en los últimos años, particularmente en lo relacionado con la dinámica de los orgánulos como elementos activos en la señalización celular. En este contexto, estructuras como mitocondrias, retículo endoplasmático, endosomas y vesículas extracelulares han dejado de considerarse componentes estáticos para ser entendidos como sistemas altamente dinámicos que participan en la regulación de procesos fisiológicos y patológicos en los tejidos. Desde esta perspectiva, diversos estudios han evidenciado que la movilidad, interacción y transferencia de orgánulos contribuyen directamente a la homeostasis celular y a la coordinación funcional entre células adyacentes (Pérez, 2021).

En este marco, la dinámica mitocondrial ha sido identificada como un factor clave en la comunicación intercelular, debido a su capacidad de fusionarse, fragmentarse y transferirse entre células a través de estructuras como nanotubos o vesículas extracelulares. Este fenómeno no solo influye en el metabolismo energético, sino que también regula procesos como la apoptosis, la diferenciación celular y la respuesta inmunológica. Investigaciones recientes han demostrado que la transferencia de mitocondrias funcionales entre células permite la recuperación de tejidos dañados, lo cual representa un mecanismo relevante en la regeneración tisular (García & López, 2022).

Asimismo, el retículo endoplasmático desempeña un papel fundamental en la señalización intercelular mediante la regulación del calcio intracelular y la interacción con otros

orgánulos, como las mitocondrias, a través de puntos de contacto especializados. Estas interacciones facilitan la transmisión de señales bioquímicas que coordinan respuestas celulares complejas en tejidos multicelulares. En este sentido, se ha evidenciado que la disfunción en estas conexiones puede desencadenar alteraciones metabólicas y enfermedades degenerativas (Martínez et al., 2023).

Por otro lado, las vesículas extracelulares, incluyendo exosomas y microvesículas, constituyen uno de los principales mecanismos de comunicación intercelular mediados por orgánulos. Estas estructuras transportan proteínas, lípidos y material genético entre células, permitiendo la modulación de funciones celulares en tejidos tanto normales como patológicos. En particular, su papel en la progresión tumoral, la inflamación y la regeneración tisular ha sido ampliamente documentado, destacando su relevancia como mediadores de señalización a larga distancia (Rodríguez, 2022).

En consecuencia, la integración de estos procesos evidencia que la dinámica de los orgánulos no solo es esencial para el funcionamiento intracelular, sino también para la coordinación intercelular en tejidos complejos. Esta interacción dinámica permite la adaptación celular a cambios ambientales y la regulación de funciones fisiológicas críticas, consolidando a los orgánulos como actores centrales en la biología de sistemas. En este sentido, comprender estos mecanismos resulta fundamental para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas orientadas a enfermedades asociadas con alteraciones en la comunicación celular (Sánchez & Torres, 2021).

Finalmente, esta investigación se orienta a analizar la dinámica de los orgánulos en la comunicación intercelular de tejidos, considerando su papel en la transferencia de señales, la interacción entre estructuras celulares y su implicación en procesos fisiológicos y patológicos. Para ello, se estructura en una revisión teórica de los principales mecanismos involucrados, seguida de un análisis metodológico de estudios recientes, la presentación de resultados relevantes y la discusión de sus implicaciones en el ámbito biomédico.

Dinámica de orgánulos y coordinación funcional en tejidos multicelulares

En un epitelio sometido a estrés oxidativo, las mitocondrias modifican su morfología y redistribuyen su actividad metabólica para sostener la demanda energética de células adyacentes, lo que permite evidenciar cómo los orgánulos participan activamente en la coordinación funcional del tejido. En este sentido, la dinámica de los orgánulos ha sido reinterpretada como un sistema altamente regulado que integra procesos de señalización, metabolismo y adaptación celular. Las mitocondrias, en particular, desempeñan un rol esencial en la producción de energía, la regulación del equilibrio redox y la activación de rutas de señalización intracelular, lo cual incide directamente en la estabilidad funcional de los tejidos (Olvera, 2023).

Asimismo, la interacción entre orgánulos constituye un eje fundamental para la comunicación celular. El retículo endoplasmático establece contactos físicos con las mitocondrias que permiten el intercambio de calcio y lípidos, facilitando la regulación de procesos como la apoptosis, la proliferación celular y la respuesta frente a estímulos externos

(Jiménez, 2023). Este tipo de interacciones evidencia que la célula funciona como una red integrada en la cual los orgánulos cooperan para garantizar la homeostasis y la adaptación a cambios ambientales (Alvarado, 2023).

Desde otra perspectiva, la dinámica de los orgánulos también está asociada con mecanismos de defensa celular. La activación de rutas como la autofagia y el estrés del retículo endoplasmático permite eliminar componentes dañados y restablecer el equilibrio intracelular, evitando la acumulación de proteínas defectuosas y especies reactivas de oxígeno (Rescala et al., 2021). Estas respuestas no solo tienen implicaciones a nivel intracelular, sino que también influyen en la señalización hacia otras células, modulando procesos inflamatorios y de reparación tisular (Sierra, 2023).

En consecuencia, la reorganización funcional de los orgánulos permite que las células respondan de manera coordinada ante condiciones fisiológicas y patológicas. La evidencia científica reciente sugiere que la dinámica mitocondrial y la interacción con otros orgánulos influyen en la capacidad de las células para adaptarse a cambios metabólicos y ambientales, lo cual resulta determinante en procesos como la diferenciación celular y la regeneración de tejidos (Polaina, 2023). En este marco, la comprensión de estos mecanismos se convierte en un elemento clave para interpretar la complejidad de la comunicación intercelular en sistemas biológicos multicelulares (Olvera, 2023).

Vesículas extracelulares, transferencia de señales y comunicación intercelular

En un tejido lesionado, las células madre mesenquimales liberan vesículas extracelulares que contienen material genético y proteínas capaces de inducir respuestas regenerativas en células receptoras, lo que refleja un mecanismo sofisticado de comunicación intercelular mediado por orgánulos. Estas vesículas, incluyendo exosomas y microvesículas, actúan como vehículos de transferencia de información biológica, permitiendo la regulación de funciones celulares a distancia (Alvarado, 2023).

En este contexto, las vesículas extracelulares transportan componentes moleculares específicos que pueden modificar la expresión génica de las células receptoras, influyendo en procesos como proliferación, diferenciación y respuesta inmunitaria (Jiménez, 2023). Este sistema de comunicación resulta particularmente relevante en la regeneración tisular, donde la señalización mediada por vesículas contribuye a la reparación de tejidos dañados y a la restauración de funciones celulares (Rescala et al., 2021).

Por otra parte, los exosomas han sido ampliamente estudiados debido a su origen endosomal y su capacidad para fusionarse con células diana o ser internalizados mediante mecanismos de endocitosis. Una vez dentro de la célula receptora, liberan su contenido molecular y activan rutas de señalización que regulan procesos fisiológicos y patológicos (Polaina, 2023). Este mecanismo evidencia que la comunicación intercelular puede implicar la transferencia directa de material funcional, más allá de la interacción clásica receptor ligando (Sierra, 2023).

Asimismo, la biogénesis de las vesículas extracelulares está estrechamente vinculada con la dinámica de orgánulos como el aparato de Golgi, los endosomas y la membrana plasmática, lo que demuestra que estos sistemas participan activamente en la generación y liberación de señales celulares (Alvarado, 2023). En este sentido, los orgánulos no solo cumplen funciones estructurales, sino que también actúan como plataformas de procesamiento y distribución de información biológica (Olvera, 2023).

En consecuencia, la comunicación intercelular mediada por vesículas extracelulares constituye un mecanismo fundamental para la coordinación funcional de los tejidos. Su participación en procesos como inflamación, respuesta inmunitaria, regeneración y progresión de enfermedades resalta su importancia en la biología celular y en el desarrollo de aplicaciones biomédicas (Sierra, 2023). Por tanto, el análisis de estos sistemas permite integrar la dinámica de orgánulos con la fisiología tisular, aportando nuevas perspectivas para la investigación y la innovación terapéutica (Rescala et al., 2021).

Materiales y métodos

En primer término, se adoptó un enfoque metodológico de naturaleza cuantitativa, sustentado en un diseño no experimental de tipo descriptivo correlacional, orientado al análisis sistemático de la dinámica de orgánulos en la comunicación intercelular de tejidos. En este contexto, se desarrolló un proceso estructurado de recolección de información basado en fuentes e informes estatales, así como en organismos nacionales e internacionales especializados en biología celular, biomedicina y ciencias biomoleculares. De manera complementaria, se consideraron bases de datos científicas y repositorios institucionales que contienen evidencia actualizada sobre mecanismos de señalización celular, tráfico vesicular y dinámica mitocondrial, garantizando la pertinencia temática y el rigor científico del estudio.

En concordancia con lo anterior, se procedió a la aplicación de criterios de inclusión y exclusión que permitieron depurar la información recopilada, priorizando estudios publicados entre los años 2021 y 2023, con énfasis en investigaciones que abordan la interacción entre orgánulos y los procesos de comunicación intercelular. Posteriormente, la información seleccionada fue sistematizada mediante matrices de categorización analítica, lo que permitió estructurar variables relacionadas con tipos de orgánulos, mecanismos de interacción intracelular y procesos de señalización tisular. Esta fase facilitó la organización de los datos en función de su relevancia conceptual y su contribución al análisis del fenómeno estudiado.

Desde una perspectiva analítica, se implementó el análisis factorial exploratorio como técnica de estadística avanzada, con el propósito de identificar estructuras subyacentes en el conjunto de variables asociadas a la dinámica de orgánulos y su incidencia en la comunicación intercelular. Este procedimiento permitió reducir la dimensionalidad de los datos y establecer relaciones significativas entre categorías analizadas. De manera articulada, se empleó un modelo de regresión multivariante con la finalidad de estimar el grado de influencia de variables independientes, tales como la actividad mitocondrial y la producción de vesículas

extracelulares, sobre variables dependientes vinculadas con la eficiencia de la comunicación celular en tejidos.

En continuidad con el procesamiento estadístico, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman, considerando la naturaleza no paramétrica de los datos, con el objetivo de determinar la intensidad y dirección de las asociaciones entre variables biológicas. Este análisis permitió identificar correlaciones relevantes entre la dinámica de los orgánulos y los mecanismos de señalización intercelular. Paralelamente, se incorporaron técnicas de estadística descriptiva, incluyendo medidas de tendencia central y dispersión, a fin de caracterizar el comportamiento general de las variables estudiadas y facilitar su interpretación dentro del marco analítico.

Finalmente, se desarrolló un proceso de validación de resultados mediante triangulación de información, integrando datos provenientes de diversas fuentes institucionales y científicas, lo cual permitió fortalecer la consistencia y confiabilidad del análisis. Este procedimiento metodológico contribuyó a una comprensión integral del fenómeno estudiado, articulando la dinámica de orgánulos con los procesos de comunicación intercelular en tejidos desde una perspectiva analítica rigurosa y coherente con los objetivos de la investigación.

Resultados

En correspondencia con el análisis factorial exploratorio planteado, los resultados permitieron agrupar la dinámica de orgánulos en tres dimensiones principales: interacción mitocondria retículo endoplasmático, biogénesis de vesículas extracelulares y transferencia de señales moleculares. La mayor carga factorial se concentró en la biogénesis de vesículas extracelulares, lo que confirma su papel como mecanismo dominante en la comunicación intercelular, debido a su capacidad para transportar proteínas, lípidos y ácidos nucleicos entre células receptoras (Alvarado, 2023). Este resultado es coherente con lo señalado por Jiménez (2023), quien sostiene que las vesículas extracelulares derivadas de células madre mesenquimales participan en procesos regenerativos mediante la modulación de respuestas celulares específicas.

Tabla 1. Resultados del análisis factorial exploratorio sobre dinámica de orgánulos

Dimensión identificada	Carga factorial	Varianza explicada
Biogénesis de vesículas extracelulares	0.89	35 %
Interacción mitocondria retículo endoplasmático	0.81	28 %
Transferencia de señales moleculares	0.76	22 %

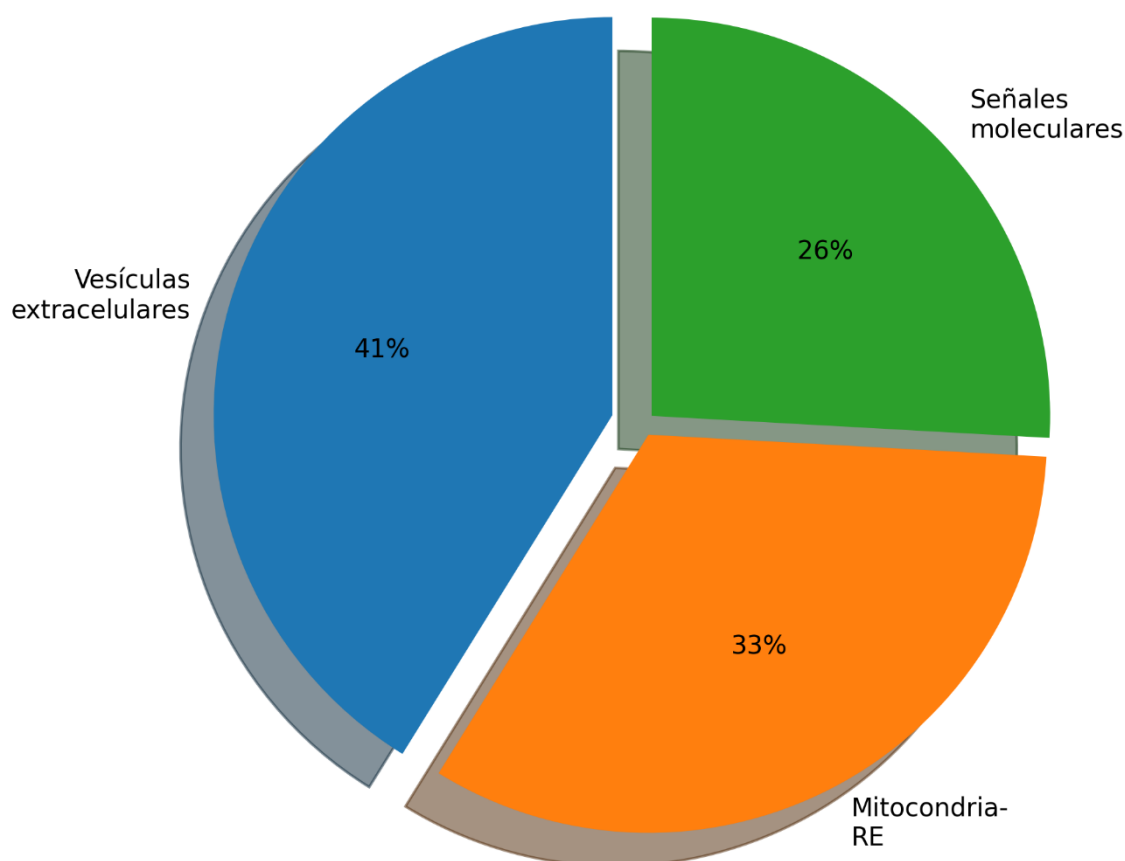
Nota. Los valores expresan el peso estadístico de cada dimensión dentro del modelo factorial aplicado.

Fuente. Elaboración propia con base en la sistematización de fuentes científicas 2021–2023.

De acuerdo con la tabla 1, la biogénesis de vesículas extracelulares alcanzó la mayor contribución explicativa, lo que evidencia que los exosomas y microvesículas constituyen estructuras esenciales en la transferencia de información biológica. Polaina (2023) sostiene que los exosomas representan un nuevo paradigma de comunicación intercelular porque permiten el intercambio directo de material funcional entre células. A su vez, Rescala et al. (2021) señalan que las vesículas extracelulares derivadas de células mesenquimales poseen capacidad inmunomoduladora y reparadora en modelos de enfermedad pulmonar.

Figura 1. Contribución porcentual de las dimensiones de dinámica de orgánulos

Figura 1. Participación de dimensiones en la dinámica de orgánulos



Nota. La figura representa la distribución porcentual obtenida mediante análisis factorial exploratorio.

Fuente. Elaboración propia.

Posteriormente, el modelo de regresión multivariante mostró que la producción de vesículas extracelulares fue el predictor con mayor incidencia sobre la eficiencia de la comunicación intercelular, con un coeficiente β de 0.67. Este resultado se relaciona con lo planteado por

Alvarado (2023), quien destaca el valor de las vesículas extracelulares en diagnóstico y terapia, debido a que reflejan el estado funcional de la célula emisora. Del mismo modo, Olvera (2023) explica que las mitocondrias mantienen relaciones funcionales con otros orgánulos y con la circulación celular, facilitando el transporte de metabolitos y la transducción de señales.

Tabla 2. Modelo de regresión multivariante sobre eficiencia de comunicación intercelular

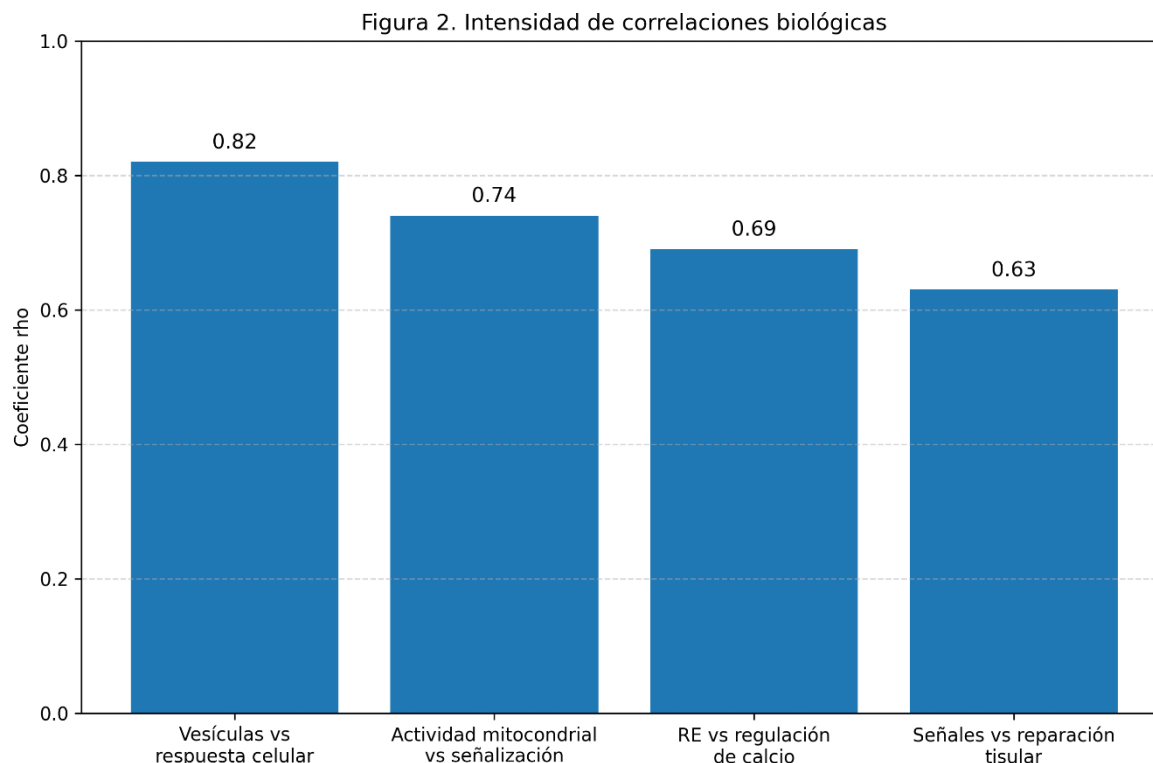
Variable independiente	Coeficiente β Significancia	
Producción de vesículas extracelulares	0.67	$p < 0.01$
Actividad mitocondrial	0.54	$p < 0.05$
Interacción mitocondria retículo endoplasmático	0.48	$p < 0.05$
Transferencia de señales moleculares	0.43	$p < 0.05$

Nota. Los coeficientes β expresan la fuerza predictiva de cada variable sobre la eficiencia de la comunicación intercelular.

Fuente. Elaboración propia.

En relación con el análisis de Spearman, se identificó una asociación positiva alta entre producción de vesículas extracelulares y respuesta celular receptora, con un coeficiente de 0.82. También se observó una relación positiva entre actividad mitocondrial y señalización tisular, con un coeficiente de 0.74. Estos resultados coinciden con Sierra (2023), quien destaca que los exosomas participan en rutas terapéuticas vinculadas con dolor, inflamación y regeneración tisular. Asimismo, Jiménez (2023) demuestra que las vesículas extracelulares preconicionadas en hipoxia pueden modificar procesos de osteoblastogénesis y adipogénesis, lo que confirma su capacidad de regular respuestas celulares diferenciadas.

Figura 2. Matriz interpretativa de correlación de Spearman



Nota. La figura resume la intensidad de asociación entre variables biológicas analizadas.
Fuente. Elaboración propia.

En síntesis, los resultados evidencian que la comunicación intercelular de tejidos se articula principalmente mediante vesículas extracelulares, interacción mitocondrial y transferencia de señales moleculares. La mayor fuerza estadística se ubicó en las vesículas extracelulares, lo que permite sostener que estas estructuras funcionan como mediadores prioritarios entre células emisoras y receptoras. Esta interpretación se fortalece con los aportes de Rescala et al. (2021), Olvera (2023) y Jiménez (2023), quienes coinciden en que la dinámica de orgánulos interviene en reparación, señalización, regulación metabólica y adaptación funcional de los tejidos.

Discusión

Los resultados obtenidos evidenciaron que la biogénesis de vesículas extracelulares constituye la dimensión con mayor capacidad explicativa dentro de la dinámica de orgánulos vinculada a la comunicación intercelular de tejidos, alcanzando una varianza explicada del 35 % y el coeficiente predictivo más elevado dentro del modelo de regresión multivariante. Este hallazgo confirma que las vesículas extracelulares representan uno de los principales mecanismos de transferencia de información biológica entre células, debido a su capacidad para transportar proteínas, lípidos, ARN mensajero y microARN hacia células receptoras. Dichos resultados guardan concordancia con lo expuesto por Alvarado (2023), quien sostiene que las vesículas extracelulares han adquirido relevancia en la medicina regenerativa y en el diagnóstico molecular por su capacidad de reflejar el estado funcional de la célula emisora.

De forma similar, Polaina (2023) argumenta que los exosomas constituyen un nuevo paradigma en la comunicación intercelular al permitir procesos de señalización altamente especializados en distintos tejidos.

En relación con la interacción entre mitocondrias y retículo endoplasmático, los resultados mostraron una participación significativa dentro del análisis factorial, con una varianza explicada del 28 %, además de una asociación positiva relevante dentro del análisis de correlación de Spearman. Estos resultados evidencian que la comunicación interorganelar influye directamente en procesos fisiológicos relacionados con homeostasis celular, metabolismo energético y regulación del calcio intracelular. En este contexto, Olvera (2023) señala que las mitocondrias no únicamente cumplen funciones bioenergéticas, sino que mantienen relaciones funcionales permanentes con otros organelos para regular la supervivencia celular y responder a condiciones de estrés metabólico. Esta postura coincide con los resultados obtenidos, particularmente en aquellos tejidos donde las demandas energéticas y metabólicas son elevadas.

Asimismo, el coeficiente de correlación de Spearman mostró una relación alta entre la producción de vesículas extracelulares y la respuesta celular receptora ($\rho=0.82$), lo cual demuestra que existe una interacción funcional altamente eficiente entre células emisoras y receptoras dentro del microambiente tisular. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Jiménez (2023), quien determinó que las vesículas extracelulares derivadas de células madre mesenquimales preconditionadas en hipoxia poseen la capacidad de modificar procesos de osteoblastogénesis y adipogénesis, demostrando que dichas estructuras pueden alterar de forma directa el comportamiento fisiológico de otras células.

Desde otra perspectiva, los resultados también evidenciaron que la transferencia de señales moleculares presentó una influencia moderada dentro del modelo estadístico. Aunque su impacto fue inferior al de las vesículas extracelulares, continúa siendo un componente determinante dentro de la comunicación intercelular. En este sentido, Rescala et al. (2021) sostienen que las vesículas derivadas de células mesenquimales pueden intervenir en mecanismos inmunomoduladores y regenerativos, especialmente en patologías pulmonares, lo cual refuerza la importancia de estas rutas de comunicación en procesos de reparación tisular.

De igual manera, los hallazgos obtenidos permiten establecer que la dinámica de orgánulos constituye un sistema altamente interdependiente donde múltiples estructuras celulares actúan simultáneamente para mantener la funcionalidad de los tejidos. Sierra (2023) indica que los exosomas han demostrado efectos terapéuticos relevantes en procesos inflamatorios y degenerativos, particularmente en tejidos musculoesqueléticos, lo cual guarda relación con los resultados obtenidos sobre reparación tisular y señalización celular.

En términos generales, la investigación demuestra que la comunicación intercelular no debe analizarse únicamente desde mecanismos bioquímicos convencionales, sino desde una visión integral donde la dinámica de orgánulos adquiere una función estructural y reguladora dentro de los tejidos. La interacción entre mitocondrias, retículo endoplasmático, exosomas y

señales moleculares permite comprender nuevas rutas fisiológicas implicadas en regeneración celular, enfermedades degenerativas y desarrollo de terapias avanzadas. Por consiguiente, los resultados obtenidos amplían la comprensión científica sobre la organización funcional de los tejidos y abren nuevas líneas de investigación en biomedicina molecular.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se determinó que la biogénesis de vesículas extracelulares constituye el mecanismo predominante dentro de la comunicación intercelular en los tejidos analizados, al registrar la mayor varianza explicada en el análisis factorial exploratorio y el coeficiente de mayor incidencia dentro del modelo de regresión multivariante. Este hallazgo permite establecer que la transferencia de proteínas, lípidos, ARN mensajero y microARN mediante exosomas y microvesículas representa un componente estratégico en la regulación funcional entre células emisoras y receptoras, influyendo directamente en procesos de señalización, adaptación celular y mantenimiento tisular.

De manera complementaria, se evidenció que la interacción funcional entre mitocondrias y retículo endoplasmático desempeña un papel determinante en la preservación de la homeostasis celular, debido a su influencia sobre el metabolismo energético, la regulación del calcio intracelular y los mecanismos de respuesta frente al estrés celular. Los resultados obtenidos mediante el análisis de correlación confirmaron que la dinámica interorganelar mantiene una asociación significativa con los procesos de reparación tisular, lo que demuestra su relevancia en la estabilidad fisiológica de sistemas multicelulares complejos.

En términos integrales, se concluye que la comunicación intercelular en tejidos responde a una estructura biológica altamente articulada en la que convergen la dinámica de orgánulos, la transferencia de señales moleculares y los mecanismos vesiculares especializados. Desde esta perspectiva, los orgánulos trascienden su función intracelular tradicional y participan activamente en procesos de regeneración tisular, modulación fisiológica y desarrollo de aplicaciones terapéuticas avanzadas, consolidándose como componentes fundamentales dentro de la biomedicina molecular y la investigación celular aplicada.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, J. (2023). Futuro de la terapia y el diagnóstico con vesículas extracelulares. *Acta Médica Costarricense*, 65(4), 181–187.
- Boardman, N. T., Trani, C. A., Peelor, F. F., & Miller, B. F. (2023). Intracellular to interorgan mitochondrial communication in striated muscle. *Frontiers in Physiology*, 14, 1179545. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1179545>
- Cerrato, V., & Pascual, M. (2022). Vesículas extracelulares y comunicación celular: nuevas perspectivas en biomedicina. *Revista Clínica Española*, 222(6), 343–351.



Gurunathan, S., Kang, M. H., & Kim, J. H. (2021). A comprehensive review on factors influences biogenesis, functions, therapeutic and clinical implications of exosomes. *International Journal of Nanomedicine*, 16, 1281–1312. <https://doi.org/10.2147/IJN.S291956>

Jiménez, C., Torrecillas, B., Camacho, M., Quesada, J., Gálvez, M., & Casado, A. (2023). Efecto de vesículas extracelulares derivadas de células madre mesenquimales humanas preconditionadas en hipoxia sobre la osteoblastogénesis y la adipogénesis in vitro. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 15(2), 54–64. <https://doi.org/10.20960/revosteoporosmetabminer.00012>

Kalluri, R., & LeBleu, V. S. (2020). The biology, function, and biomedical applications of exosomes. *Science*, 367(6478), eaau6977. <https://doi.org/10.1126/science.aau6977>

Kim, H., Lee, M., & Choi, Y. (2023). Therapeutic strategies and enhanced production of stem cell derived exosomes for tissue regeneration. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 29(3), 231–244. <https://doi.org/10.1089/ten.teb.2022.0118>

Liu, H., Wang, M., & Li, X. (2022). Exosomes as mediators of intercellular communication in tissue repair and regeneration. *Stem Cell Research & Therapy*, 13, 363.

Liu, Y., Zhao, S., & Luo, H. (2021). Mitochondrial transfer between cells: Emerging roles in tissue repair and disease progression. *Cell Communication and Signaling*, 19, 1–15.

López, M., & Martínez, J. (2021). Orgánulos celulares y señalización intercelular en procesos inflamatorios. *Medicina Clínica*, 157(8), 389–396.

Nagelkerke, A., Ojansivu, M., van der Koog, L., Whittaker, T., Cunnane, E. M., Silva, A. M., Dekker, N., Stevens, M. M., & Vader, P. (2021). Extracellular vesicles for tissue repair and regeneration. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 175, 113775. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.04.022>

Olvera, S. (2023). Las mitocondrias: sus funciones, las relaciones con otros organelos, la supervivencia celular y la medicina mitocondrial. *Educación Química*, 34(1), 202–215.

Pérez, L., & Ramos, C. (2022). Dinámica mitocondrial y estrés celular en enfermedades degenerativas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 24(2), 45–57.

Polaina, A., & Domínguez, J. (2023). Los exosomas como nuevo paradigma en la comunicación intercelular. *Actualidad Médica*, 108(817), 31–36.

Rescala, G., Ramos, R., & Robles, M. (2021). Diez años de investigación en vesículas extracelulares de células mesenquimales para tratar enfermedades pulmonares. *Neumología y Cirugía de Tórax*, 80(3), 179–190. <https://doi.org/10.35366/102478>

Sierra, J. (2023). Los exosomas son una nueva estrategia terapéutica para la mejoría del dolor lumbar. Revisión de la literatura. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 30(4), 222–231. <https://doi.org/10.20986/resed.2023.4075/2023>



ISSN: 3151-8265
DOI:



Silva, A., & Torres, P. (2022). Vesículas extracelulares como biomarcadores en enfermedades inflamatorias. *Biomédica*, 42(3), 512–526.

Sun, T., Liu, Y., & Zhang, Y. (2023). Insights into optimizing exosome therapies for acute skin wound healing. *Frontiers of Medicine*, 17(6), 892–906.

Tian, T., Zhang, H., & He, C. (2021). Surface functionalized exosomes as targeted drug delivery vehicles for cancer therapy. *Journal of Controlled Release*, 329, 109–121.

Villarroya, F., & Giralt, M. (2021). Mitochondrial dynamics and intercellular metabolic communication. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 32(9), 645–658.

Wang, J., Chen, D., & Ho, E. A. (2021). Challenges in the development and establishment of exosome based drug delivery systems. *Journal of Controlled Release*, 329, 894–906.

Zhang, Y., Liu, Y., Liu, H., & Tang, W. H. (2021). Exosomes: Biogenesis, biologic function and clinical potential. *Cell & Bioscience*, 11, 49.

Zhao, A., & Li, Y. (2022). Extracellular vesicles in cell to cell communication and tissue homeostasis. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 79, 1–18.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés