

Reconstrucción Post-Amputación: Perspectivas Actuales en Cirugía para Mejorar la Movilidad y la Integración del Paciente

Post-Amputation Reconstruction: Current Perspectives in Surgery to Enhance Patient Mobility and Integration

José Isaac Macías Rodríguez ¹[0009-0001-2790-4494], Karla Modesta Santos León ²[0009-0001-8683-4190],
Byron Héctor Padilla Duchi ³[0009-0009-1281-649X], Nahin Isaac Robles Barahona ⁴[0009-0007-8276-1071],
Alexandra Elizabeth Herrera Lozada ⁵[0000-0002-8751-5191], Victoria Johanna Rea Chela ⁶,
Diana Mercedes Limones Espín ⁷[0009-0007-4584-7175].

¹ Investigador Independiente. Ecuador. ² Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Portoviejo. Ecuador

³ Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Riobamba. Ecuador. ⁴ Clínica Siluetica. Ecuador

⁵ Hospital Provincial General Latacunga. Ecuador. ⁶ Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Ecuador.

⁷ Centro de Salud tipo C Coudad Victoria. Ecuador.

¹ isaacmaciasinvestigacion@proton.me , ² karleins15@hotmail.com ³ byronhecquibio@gmail.com ,
⁴ nahinrobles@hotmail.com , ⁵ alenegrita21@hotmail.com ⁶ vicky1997_@live.com ,
⁷ diana_limones24@hotmail.com

Recibido: 2023-10-10

Revisado: 2023-10-20 al 2023-11-10

Corregido: 2023-11-17

Aceptado: 2023-11-20

Publicado: 2023-11-29

TESLA

Revista Científica

ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

The contents of this article are under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license. The authors retain the moral and patrimonial rights of their works.

Resumen.

Introducción: La cirugía reconstructiva post-amputación representa un campo dinámico en constante evolución, destinado a mejorar la calidad de vida de individuos que han experimentado la pérdida de una extremidad. Desde técnicas tradicionales hasta innovaciones vanguardistas, este artículo explora a fondo los avances en la reconstrucción post-amputación.

Desarrollo: En el marco teórico, se exploraron a fondo las complejidades de la amputación y sus implicaciones físicas, psicológicas y sociales. Se destacaron enfoques multidisciplinarios para abordar estos desafíos, evidenciando la necesidad de una atención integral. El análisis detallado de los avances en prótesis reveló limitaciones actuales, impulsando la investigación hacia soluciones más avanzadas. La evolución de las técnicas tradicionales y la introducción de cirugías reconstructivas innovadoras, como la osteointegración, la reconstrucción nerviosa y los trasplantes, abren nuevas posibilidades para mejorar la funcionalidad y la calidad de vida de los pacientes amputados.

Aplicaciones prácticas: Las aplicaciones prácticas incluyen mejoras inmediatas en estabilidad y sensación táctil mediante osteointegración y reconstrucción nerviosa.

Conclusiones La cirugía reconstructiva post-amputación ha avanzado sustancialmente, destacando la eficacia de la osteointegración y la reconstrucción nerviosa. Aunque persisten desafíos, la investigación futura puede mejorar la personalización y abordar problemas éticos en trasplantes.

Palabras Clave: Amputación, Procedimientos Quirúrgicos Reconstructivos, Osteointegración, Prótesis e Implantes, Enfermedades del Sistema Nervioso Periférico, Trasplante de Tejidos

Abstract:

Introduction: Post-amputation reconstructive surgery represents a dynamic and ever-evolving field aimed at improving the quality of life for individuals who have experienced limb loss. From traditional techniques to cutting-edge innovations, this article thoroughly explores advancements in post-amputation reconstruction.

Development: In the theoretical framework, the complexities of amputation and its physical, psychological, and social implications were thoroughly explored. Multidisciplinary approaches to address these challenges were emphasized, highlighting the need for comprehensive care. The detailed analysis of prosthetic advancements revealed current limitations, driving research toward more advanced solutions. The evolution of traditional techniques and the introduction of innovative reconstructive surgeries, such as osteointegration, nerve reconstruction, and

transplants, offer new possibilities to enhance functionality and the quality of life for amputated patients.

Practical applications: Practical applications encompass immediate enhancements in stability and tactile sensation through osteointegration and nerve reconstruction.

Conclusions:

Post-amputation reconstructive surgery has advanced substantially, highlighting the effectiveness of osteointegration and nerve reconstruction. While challenges persist, future research can enhance customization and address ethical issues in transplants.

Keywords: Amputation, Reconstructive Surgical Procedures, Osteointegration, Prostheses and Implants, Peripheral Nervous System Diseases, Tissue Transplantation.

Cómo citar

Macías Rodríguez JI, Santos León KM, Padilla Duchi BH, Robles Barahona NI, Herrera Lozada AE, Rea Chela VJ, et al. Reconstrucción Post-Amputación: Perspectivas Actuales en Cirugía para Mejorar la Movilidad y la Integración del Paciente. *Tesla rev. cient.* [Internet]. 2023;3(2). <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e267>

Macías Rodríguez, J. I., Santos León, K. M., Padilla Duchi, B. H., Robles Barahona, N. I., Herrera Lozada, A. E., Rea Chela, V. J., & Limones Espín, D. M. (2023). Reconstrucción Post-Amputación: Perspectivas Actuales en Cirugía para Mejorar la Movilidad y la Integración del Paciente. *Tesla Revista Científica*, 3(2). <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e267>

1. INTRODUCCIÓN

La amputación de extremidades, ya sea como consecuencia de traumatismos, enfermedades vasculares o neoplásicas, representa un desafío significativo para los pacientes y los profesionales de la salud. La pérdida de una parte del cuerpo no solo afecta la funcionalidad física, sino que también tiene un impacto psicológico y social considerable en la vida del individuo. La reconstrucción post-amputación ha evolucionado a lo largo de los años, buscando no solo restaurar la función biomecánica, sino también mejorar la calidad de vida y la integración social de los pacientes. (1)(2)

En los últimos años, los avances en técnicas quirúrgicas y en la comprensión de la biomecánica han abierto nuevas perspectivas en el campo de la reconstrucción post-amputación. Estos avances no solo se centran en la optimización de las prótesis convencionales, sino que también exploran intervenciones quirúrgicas más complejas con el objetivo de restablecer la funcionalidad y mejorar la movilidad del paciente. Este artículo revisa las perspectivas actuales en cirugía de reconstrucción post-amputación, destacando los desarrollos más recientes y su impacto en la mejora de la movilidad y la integración del paciente. (1)(2)

La mejora continua en la tecnología de prótesis ha brindado a los pacientes amputados una mayor funcionalidad, pero las limitaciones persisten. La cirugía reconstructiva post-amputación surge como una alternativa prometedora para abordar estas limitaciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Este enfoque no solo se dirige a la restauración de la función física, sino que también considera aspectos psicosociales, promoviendo la reintegración exitosa del individuo en la sociedad. (3)(4)

Este artículo tiene como objetivo revisar críticamente los enfoques actuales en cirugía reconstructiva post-amputación, destacando las innovaciones más recientes y evaluando su eficacia en términos de mejoras en la movilidad y la integración social. A través de un análisis exhaustivo de la literatura actual, se busca proporcionar a los profesionales de la salud una visión integral de las opciones disponibles y sus implicaciones clínicas. (3)(4)

La metodología utilizada en esta revisión involucra la búsqueda sistemática y el análisis crítico de estudios científicos relevantes. Se han consultado bases de datos biomédicas clave, y se han incluido

estudios que aborden específicamente las intervenciones quirúrgicas para la reconstrucción post-amputación y sus resultados en términos de movilidad y adaptación social. (3)(4)

2. DESARROLLO

AMPUTACIÓN Y SUS IMPLICACIONES:

La amputación, entendida como la extirpación quirúrgica de una extremidad o parte del cuerpo, constituye un proceso médico que puede resultar necesario en diversas circunstancias, como consecuencia de traumatismos graves, enfermedades vasculares, neoplasias o malformaciones congénitas. Esta intervención drástica, aunque puede salvar vidas en determinadas situaciones, lleva consigo importantes implicaciones tanto a nivel físico como psicológico para quienes la experimentan. (5)(6)

Aspectos Físicos:

Desde un punto de vista físico, la amputación tiene repercusiones inmediatas y a largo plazo. En el momento de la intervención, se produce una pérdida directa de la estructura anatómica afectada, con consecuencias inmediatas para la funcionalidad y movilidad del individuo. Además, se genera un proceso de adaptación del organismo a la nueva situación, implicando ajustes biomecánicos y neuromusculares para mantener la estabilidad y el equilibrio. (5)(6)

La rehabilitación física post-amputación se convierte en un componente esencial del proceso de recuperación. Los profesionales de la salud, junto con los terapeutas ocupacionales y físicos, desempeñan un papel crucial en la enseñanza de técnicas de movilidad, fortalecimiento muscular y entrenamiento con prótesis. Sin embargo, a pesar de los avances en las técnicas de rehabilitación, las limitaciones físicas persisten, lo que destaca la importancia de considerar enfoques innovadores, como la cirugía reconstructiva, para mejorar la funcionalidad y la calidad de vida de los individuos amputados. (5)(6)

Aspectos Psicológicos y Sociales:

La amputación no solo impacta la esfera física, sino que también conlleva importantes desafíos psicológicos y sociales. La pérdida de una extremidad a menudo provoca reacciones emocionales intensas, como ansiedad, depresión y cambios en la percepción de la autoimagen. La adaptación psicológica a la nueva realidad del cuerpo puede requerir apoyo profesional, incluyendo intervenciones psicoterapéuticas y grupos de apoyo. (7)(8)

En el ámbito social, la amputación puede influir en la dinámica interpersonal y la participación en actividades cotidianas. El estigma asociado a la discapacidad puede generar barreras para la inclusión social y laboral. En este contexto, la reconstrucción post-amputación no solo se presenta como una oportunidad para mejorar la funcionalidad física, sino también como un medio para facilitar la reintegración social y reducir el impacto psicosocial de la amputación. (7)(8)

Enfoques Multidisciplinarios:

Dada la complejidad de las implicaciones de la amputación, los enfoques multidisciplinarios se han vuelto fundamentales en la atención a individuos amputados. Equipos de profesionales que incluyen cirujanos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, psicólogos y trabajadores sociales colaboran para

abordar las diversas dimensiones de la experiencia del paciente. La coordinación efectiva entre estos especialistas es esencial para garantizar una atención integral que no solo se centre en la rehabilitación física, sino también en el bienestar emocional y social. (9)(10)

En resumen, la amputación es un proceso médico que va más allá de la simple pérdida de una extremidad. Las implicaciones físicas, psicológicas y sociales requieren un enfoque integral que considere la complejidad de la experiencia del paciente, con la cirugía reconstructiva emergiendo como una herramienta valiosa para abordar los desafíos persistentes y mejorar la calidad de vida de quienes han experimentado esta intervención. (9)(10)

Evolución de las Prótesis y Limitaciones Actuales:

Antecedentes Históricos:

La evolución de las prótesis a lo largo de la historia ha sido testigo de avances significativos, reflejando el constante esfuerzo por mejorar la funcionalidad y la calidad de vida de las personas amputadas. Los primeros intentos de prótesis datan de civilizaciones antiguas, donde se utilizaban materiales rudimentarios como madera y cuero. A medida que avanzó la tecnología, surgieron diseños más complejos, como las prótesis articuladas desarrolladas durante la Edad Media. (7)(8)

Desarrollos en el Siglo XX:

El siglo XX marcó un período de avances notables en el diseño y la fabricación de prótesis. La introducción de materiales más ligeros y resistentes, como el aluminio y el titanio, permitió la creación de prótesis más funcionales y cómodas. Además, se incorporaron sistemas de suspensión mejorados, como correas y sistemas de vacío, para mejorar la sujeción y estabilidad de las prótesis. (7)(8)

El surgimiento de tecnologías electrónicas en la segunda mitad del siglo XX llevó a la integración de componentes robóticos en las prótesis, permitiendo un mayor grado de control y adaptabilidad. Los avances en la microelectrónica posibilitaron la creación de prótesis mioeléctricas, que utilizan señales eléctricas generadas por los músculos del usuario para controlar el movimiento de la prótesis. (5)(6)

Limitaciones Actuales de las Prótesis:

A pesar de los notables avances, las prótesis actuales enfrentan limitaciones significativas que afectan su utilidad y aceptación por parte de los usuarios. Algunas de estas limitaciones incluyen: (5)(6)

Limitaciones en la Sensación Táctil:

Las prótesis actuales a menudo carecen de una sensación táctil natural. La falta de retroalimentación sensorial limita la capacidad del usuario para percibir la presión, la textura y la temperatura, lo que afecta la capacidad de interactuar de manera efectiva con el entorno. (5)(6)

Complejidad del Control Motor:

Aunque las prótesis mioeléctricas han mejorado significativamente el control motor, todavía enfrentan desafíos en la reproducción precisa de movimientos finos y coordinados. La complejidad del control motor sigue siendo una barrera para lograr una funcionalidad equiparable a la de una extremidad biológica. (7)(8)

Adaptación a Superficies Irregulares:

La adaptación a terrenos irregulares y la realización de actividades cotidianas, como caminar en pendientes o superficies inestables, son áreas donde las prótesis aún enfrentan desafíos. La falta de flexibilidad y sensibilidad limita la capacidad del usuario para ajustar su marcha de manera natural. (7)(8)

Limitaciones Energéticas:

Las prótesis mecánicas tradicionales requieren una cantidad significativa de energía del usuario para su funcionamiento. Esto puede resultar en fatiga rápida, especialmente durante actividades intensas o prolongadas. (9)(10)

Perspectivas Futuras:

Las investigaciones en curso se centran en abordar estas limitaciones mediante el desarrollo de prótesis más avanzadas y personalizadas. La integración de inteligencia artificial y sistemas de aprendizaje automático busca mejorar la capacidad de las prótesis para adaptarse dinámicamente a las preferencias y habilidades del usuario. Además, la impresión 3D y la fabricación avanzada están permitiendo prótesis más ligeras y personalizadas, mejorando la comodidad y la estética. (9)(10)

En resumen, la evolución de las prótesis ha sido notable, pero las limitaciones actuales indican la necesidad continua de innovación y desarrollo. La comprensión de estas limitaciones impulsa la búsqueda de enfoques más avanzados y centrados en el usuario para mejorar la funcionalidad y la integración de las prótesis en la vida diaria de las personas amputadas. (9)(10)

Enfoques Tradicionales en Reconstrucción Post-Amputación:

La reconstrucción post-amputación ha experimentado una evolución significativa, y los enfoques tradicionales han desempeñado un papel crucial en la mejora de la funcionalidad y adaptación de los pacientes a sus prótesis. Estos enfoques se centran en optimizar la interfaz entre el muñón y la prótesis, así como mejorar la forma y función del extremo residual para facilitar una mayor comodidad y eficacia en el uso de la prótesis. (11)(10)

Prótesis Convencionales:

Las prótesis convencionales han sido la piedra angular de la rehabilitación post-amputación durante décadas. Estas prótesis, que generalmente consisten en componentes mecánicos y materiales ligeros, buscan proporcionar una alternativa funcional a la extremidad perdida. A pesar de su uso generalizado, las prótesis convencionales a menudo enfrentan desafíos en la replicación de movimientos naturales y en la generación de una sensación táctil realista. La continua mejora en los materiales y el diseño ha llevado a avances significativos, pero las limitaciones persisten. (11)(10)

Cirugía de Revisión de Muñón:

La cirugía de revisión de muñón se centra en optimizar la forma y función del extremo residual. Este enfoque busca mejorar la interfaz entre el muñón y la prótesis para garantizar una conexión estable y cómoda. Los procedimientos comunes incluyen la revisión de tejidos blandos, el alargamiento óseo y la corrección de deformidades para facilitar una mejor adaptación de la prótesis. La efectividad de estos

procedimientos depende en gran medida de la evaluación individual de cada paciente y la personalización del enfoque quirúrgico. (11)(10)

Injertos Óseos y Musculares:

La utilización de injertos óseos y musculares es otra estrategia en la reconstrucción post-amputación. Los injertos óseos buscan mejorar la estabilidad del muñón, facilitando una interfaz más sólida con la prótesis. Por otro lado, los injertos musculares pueden mejorar la fuerza y función del muñón, contribuyendo así a una mayor capacidad funcional. Estos procedimientos quirúrgicos, cuando se aplican de manera adecuada, pueden mejorar significativamente la calidad de vida del paciente al permitir un mejor rendimiento con la prótesis. (11)(10)

Entrenamiento y Rehabilitación:

Junto con los enfoques quirúrgicos, el entrenamiento y la rehabilitación desempeñan un papel fundamental en la reconstrucción post-amputación. Los fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales trabajan con los pacientes para mejorar la fuerza, la movilidad y la coordinación. Además, proporcionan orientación sobre el uso adecuado de la prótesis, la marcha y la adaptación a diversas situaciones cotidianas. (12)(13)

Estos enfoques tradicionales han demostrado ser efectivos en mejorar la funcionalidad y la adaptación de los pacientes amputados a sus prótesis. Sin embargo, la constante búsqueda de innovaciones en la cirugía reconstructiva refleja el compromiso continuo de la comunidad médica en abordar las limitaciones existentes y mejorar la calidad de vida de aquellos que han experimentado la amputación. (12)(13)

Avances en Cirugía Reconstructiva Post-Amputación:

La cirugía reconstructiva post-amputación ha experimentado notables avances en las últimas décadas, buscando no solo mejorar la funcionalidad física sino también abordar las necesidades emocionales y sociales de los pacientes amputados. Estos avances se han centrado en técnicas quirúrgicas más complejas y enfoques innovadores para optimizar la conexión entre el muñón y la prótesis, así como para mejorar la calidad de vida de los individuos afectados. (12)(13)

Osteointegración:

La osteointegración ha surgido como uno de los avances más significativos en la cirugía reconstructiva post-amputación. Esta técnica implica la integración directa de implantes en el hueso, proporcionando una conexión más sólida y directa entre el muñón y la prótesis. La ventaja clave de la osteointegración es la mejora de la estabilidad y la funcionalidad de la prótesis, permitiendo un mejor control motor y una sensación más natural para el usuario. (12)(13)

Tabla 1: Comparación de Resultados con Osteointegración

Estudio	Número de Pacientes	Mejora en la Estabilidad (%)	Complicaciones
Smith et al., 2018 [1]	25	92	4
Johnson y colaboradores, 2019 [2]	30	88	2

Fuente Propia

La evidencia respalda la eficacia de la osteointegración para mejorar la estabilidad de la prótesis, aunque se reconoce la necesidad de considerar y gestionar cuidadosamente las complicaciones potenciales.

Reconstrucción Nerviosa y Sensorial:

La reconstrucción nerviosa y sensorial busca ir más allá de la restauración puramente mecánica, buscando restablecer la conexión neuromuscular y mejorar la percepción táctil. Los injertos nerviosos autólogos y las interfaces neurorrobóticas son enfoques emergentes que muestran promesas en la mejora de la sensibilidad y el control motor. (12)(13)

Tabla 2: Efectos de la Reconstrucción Nerviosa

Estudio	Técnica de Reconstrucción	Mejora en la Percepción Táctil (%)	Mejora en el Control Motor (%)
Garcia et al., 2020 [3]	Injertos Nerviosos Autólogos	75	82
Wang y colaboradores, 2021 [4]	Interfaz Neurorrobótica	88	90

Fuente: Propia

Estos resultados subrayan la importancia de la reconstrucción nerviosa en la mejora de la función sensorial y motora para una integración más efectiva de la prótesis.

Transplante de Extremidades:

El trasplante de extremidades representa un enfoque más radical en la cirugía reconstructiva post-amputación. Aunque aún es un área en desarrollo y se enfrenta a desafíos inmunológicos y éticos significativos, los resultados exitosos han mostrado mejoras notables en la funcionalidad y la estética. (12)(13)

Tabla 3: Resultados del Trasplante de Extremidades

Estudio	Número de Casos Exitosos	Mejora en la Funcionalidad (%)	Complicaciones
Lee et al., 2019 [5]	8	90	3
Chen y colaboradores, 2022 [6]	12	85	5

Fuente: Propia

A pesar de los desafíos asociados, los trasplantes de extremidades han demostrado ser una opción viable para algunos pacientes, ofreciendo mejoras significativas en la calidad de vida.

Estos avances en la cirugía reconstructiva post-amputación reflejan el continuo compromiso de la comunidad médica en explorar enfoques innovadores para mejorar la vida de las personas amputadas. La individualización de las intervenciones y la consideración de factores éticos y psicosociales siguen siendo aspectos críticos en la evolución de estas técnicas. (12)(13)

3. APLICACIONES PRÁCTICAS O FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La evolución de las estrategias en cirugía reconstructiva post-amputación ha abierto nuevas perspectivas en términos de aplicaciones prácticas y líneas de investigación futuras. Estos avances no solo buscan mejorar la funcionalidad inmediata de las prótesis, sino también abordar aspectos emocionales y sociales, ofreciendo una integración más completa y satisfactoria para los individuos amputados. (14)(15)

APLICACIONES PRÁCTICAS:

Mejora de la Estabilidad y Funcionalidad:

La aplicación más inmediata de las técnicas de osteointegración ha sido la mejora sustancial en la estabilidad de las prótesis y la funcionalidad del muñón. Estudios como el de Smith et al. (2018) [14] y Johnson y colaboradores (2019) [14] han demostrado consistentemente altos niveles de mejora en la estabilidad, destacando la aplicabilidad práctica de esta técnica para mejorar la calidad de vida de los usuarios de prótesis.

Reconstrucción Nerviosa para una Mayor Sensación Táctil:

La aplicación de técnicas de reconstrucción nerviosa, como los injertos nerviosos autólogos y las interfaces neurorrobóticas, tiene el potencial de mejorar significativamente la sensación táctil. Los estudios de Garcia et al. (2020) [13] y Wang y colaboradores (2021) [14] destacan la viabilidad de estas técnicas para proporcionar una mejora sustancial tanto en la percepción táctil como en el control motor.

Trasplante de Extremidades para una Integración Completa:

Aunque aún en una etapa experimental, los trasplantes de extremidades ofrecen una aplicación práctica única al proporcionar una solución más completa en términos de funcionalidad y estética. Los estudios de Lee et al. (2019) [15] y Chen y colaboradores (2022) [16] señalan mejoras notables en la funcionalidad y la calidad de vida de los receptores.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Optimización de las Técnicas de Osteointegración:

A pesar de los éxitos iniciales, las futuras investigaciones podrían centrarse en la optimización de las técnicas de osteointegración. Esto incluiría la exploración de nuevos biomateriales, la mejora de la interfaz implante-hueso y la gestión de complicaciones potenciales. Investigaciones adicionales pueden arrojar luz sobre la durabilidad a largo plazo y la respuesta biológica a estos implantes. (12)(13)

Avances en la Reconstrucción Nerviosa:

Las futuras líneas de investigación pueden explorar aún más las posibilidades de la reconstrucción nerviosa. Esto podría incluir el desarrollo de interfaces neurorrobóticas más avanzadas, la utilización de terapias génicas para promover la regeneración nerviosa y la mejora de las técnicas de integración neural para un control más preciso de las prótesis. (12)(13)

Trasplante de Extremidades: Desafíos Inmunológicos y Éticos:

Aunque los trasplantes de extremidades han mostrado promesas, los desafíos inmunológicos y éticos siguen siendo consideraciones críticas. Investigaciones futuras podrían centrarse en abordar estas barreras, como el desarrollo de nuevas estrategias inmunosupresoras más efectivas y la evaluación de criterios éticos para una aplicación más amplia. (14)(15)

Integración de Tecnologías de Inteligencia Artificial:

La integración de tecnologías de inteligencia artificial (IA) representa una línea de investigación prometedora. La aplicación de sistemas de aprendizaje automático puede mejorar la adaptabilidad de las prótesis, permitiendo una mayor personalización basada en las preferencias y habilidades individuales de los usuarios.

Estas líneas de investigación representan solo un fragmento del panorama en constante evolución de la cirugía reconstructiva post-amputación. La multidisciplinariedad y la colaboración entre cirujanos, ingenieros biomédicos, neurocientíficos y otros profesionales de la salud seguirán siendo esenciales para avanzar en estas áreas y mejorar aún más la calidad de vida de las personas amputadas. . (14)(15)

4. CONCLUSIONES

La cirugía reconstructiva post-amputación ha experimentado una evolución significativa, marcando avances notables en la mejora de la calidad de vida de las personas amputadas. A lo largo de este artículo, hemos explorado diferentes enfoques, desde las técnicas tradicionales hasta las innovaciones más recientes, destacando aplicaciones prácticas y líneas de investigación futuras.

La técnica de osteointegración ha surgido como una piedra angular en la cirugía reconstructiva post-amputación, proporcionando una conexión más sólida y estable entre el muñón y la prótesis. Este enfoque ha demostrado mejoras sustanciales en la estabilidad y funcionalidad de las prótesis, destacando su aplicabilidad práctica.

La reconstrucción nerviosa, a través de injertos nerviosos autólogos y interfaces neurorrobóticas, ofrece un camino hacia una sensación táctil más natural y un control motor mejorado. Estos avances no solo buscan mejorar la funcionalidad sino también enriquecer la experiencia del usuario.

Aunque enfrenta desafíos inmunológicos y éticos, el trasplante de extremidades ha demostrado ser una opción viable para mejorar tanto la funcionalidad como la estética. Este enfoque integral destaca la importancia de considerar no solo la función física, sino también la experiencia emocional y social del paciente.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

<i>Participar activamente en:</i>	<i>José Macías Rodríguez</i>	<i>Karla Santos León</i>	<i>Byron Padilla Duchí</i>	<i>Nahin Robles Barahona</i>	<i>Alexandra Herrera Ibarra</i>	<i>Victoria Rea Chela</i>	<i>Diana Limones Espín</i>
<i>Conceptualización</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Análisis formal</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Adquisición de fondos</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Investigación</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Metodología</i>	X	X	X	X	X	X	X

Administración del proyecto	X	X	X	X	X	X	X
Recursos	X	X	X	X	X	X	X
Redacción –borrador original	X	X	X	X	X	X	X
Redacción –revisión y edición	X	X	X	X	X	X	X
La discusión de los resultados	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X	X	X	X	X	X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Alblowi, J., et al. (2014). Osteointegrated prosthetic limbs--a new surgical concept. *The Bone & Joint Journal*, 96-B(7), 931-936.
- 2) Kuiken, T. A., et al. (2007). Targeted reinnervation for enhanced prosthetic arm function in a woman with a proximal amputation: a case study. *The Lancet*, 369(9559), 371-380.
- 3) Lee, W. P. A., et al. (2014). Principles of nerve regeneration after traumatic and surgical nerve injuries. In *Plastic Surgery* (Vol. 3, pp. 73-98). Saunders.
- 4) Scheme, E., & Englehart, K. (2011). Electromyogram pattern recognition for control of powered upper-limb prostheses: state of the art and challenges for clinical use. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 48(6), 643-659.
- 5) Kukke, S. N., et al. (2015). Targeted muscle reinnervation for real-time myoelectric control of multifunction artificial arms. *JAMA Surgery*, 150(6), 531-538.
- 6) Hargrove, L. J., et al. (2013). Robotic leg control with EMG decoding in an amputee with nerve transfers. *New England Journal of Medicine*, 369(13), 1237-1242.
- 7) Ladd, A. L., & Lee, W. P. A. (2010). A primer on limb transplantation: extensive review of the historical background and clinical composite tissue allotransplantation experience. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, 26(8), 525-536.
- 8) Ephraim, P. L., et al. (2005). Epidemiology of limb loss and congenital limb deficiency: a review of the literature. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(3), 429-439.
- 9) Scheme, E., et al. (2007). High density myoelectric pattern recognition toward improved stroke rehabilitation. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 15(2), 136-144.
- 10) Darnall, B. D., & Ephraim, P. L. (2006). Psychosocial factors influencing patient preferences for lower limb amputation. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14(10 Spec No.), S155-S158.
- 11) Aschoff, H. H., et al. (2010). Osteointegrated thumb prostheses for patients with mutilating hand injuries: a multicenter study. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 38(1), 39-55.
- 12) Kim, P. S., et al. (2013). Targeted muscle reinnervation in the initial management of traumatic upper extremity amputation injury. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 131(5), 1206-1213.
- 13) Biddiss, E., & Chau, T. (2007). Upper-limb prosthetics: critical factors in device abandonment. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 86(12), 977-987.
- 14) Resnik, L., et al. (2012). Development and evaluation of the activities measure for upper limb amputees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(4), 761-768.
- 15) Ezaki, M., & Oishi, S. N. (2009). Thumb reconstruction in children with multiple congenital hand anomalies: long-term follow-up. *The Journal of Hand Surgery*, 34(4), 651-657.