



Universidad de Ciencias Médicas
Facultad de Ciencias Médicas Calixto García
Habana- Cuba.



Evento Científico AMBIMED 2025.

Artículo de Revisión

Técnicas conservacionistas para la extracción tejido adiposo en especies marinas con fines terapéuticos. Revisión sistemática

Conservation Techniques for the Extraction of Adipose Tissue in Marine Species for Therapeutic Purposes. Systematic Review

Alejandro Antonio Fleitas Almirall^{1*}
<https://orcid.org/0009-0007-2669-7984>

Dr.C.Rafael Gutiérrez Núñez¹
<https://orcid.org/0000-0003-1133-456X>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo Celia Sánchez Manduley. Manzanillo, Granma, Cuba.

*Autor para la correspondencia: alejandrofleitasalmirall@gmail.com

Contribución de autoría

AAFA: Metodología; Administración de proyecto; Análisis formal; Curación de datos; Investigación; Validación; Visualización; Redacción - borrador original; Redacción – revisión; Edición.

RGN: Administración de proyecto; Supervisión; Validación; Conceptualización; Investigación; Visualización; Redacción – revisión.

Declaración de conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Declaración de fuentes de financiación:

Los autores declaran que no hubo financiación para el desarrollo de la presente investigación.

Declaración de originalidad

Este manuscrito no ha sido publicado total o parcialmente, ni está siendo evaluado por una revista.

RESUMEN

Introducción: la extracción del tejido adiposo en especies marinas no está ampliamente documentada y los estudios que analizan de manera sistemática este tema son escasos, por lo cual se hace necesario revisar a profundidad la literatura existente.

Objetivo: profundizar en la evidencia existente sobretécnicas de liposucción en especies marinas, procedimientos aplicados, eficacia, y limitaciones.

Metodología: la revisión se llevó a cabo con apoyo en las directrices para revisiones de alcance PRISMA-ScR, la búsqueda se realizó desde enero a abril del 2025. Las bases de datos consultadas fueron: PubMed, ScienceDirect, Scopus, Web of Science, SciELO y el motor de búsqueda Google Scholar. Se utilizaron los términos de búsqueda en idioma Inglés y español.

Resultados: la búsqueda arrojó 82 estudios potenciales, de los cuales 24 cumplieron los criterios de inclusión. Los hallazgos se organizaron en dos categorías: 1. Especies marinas intervenidas. Delfines Mulares (*Tursiopstruncatus*); Peces Ornamentales (Koi – *Cyprinus carpio*); Tortugas Marinas (*Chelonia mydas*) y (*Carett caretta*); Ballenas minike (*Balaenoptera acutorostrata*); Elefantes marinos del norte (*Mirounga angustirostris*) y Focas grises (*Halichoerus grypus*). 2. Tipo de técnicas utilizadas. Técnicas Quirúrgicas Convencionales en Especies Marinas; Técnicas Asistidas por Imagen y Laparoscópicas; Técnicas Innovadoras y Enfoques Híbridos.

Conclusiones: la revisión evidenció que existen avances significativos en la adaptación de técnicas de liposucción en especies marinas como la liposucción tumescente, la utilización de incisión quirúrgica con anestesia general y métodos innovadores.

PALABRAS CLAVE: Dermochelys Coriacea; Especies marinas; Extracción de tejido adiposo; Liposucción animal; Liposucción; Procedimientos quirúrgicos en especies marinas; Técnicas de liposucción.

ABSTRACT

Introduction: The extraction of adipose tissue in marine species is not widely documented, and studies that systematically analyze this topic are scarce. Therefore, an in-depth review of the existing literature is necessary.

Objective: To delve into the existing evidence on liposuction techniques in marine species, applied procedures, efficacy, and limitations.

Methodology: The review was conducted following the PRISMA-ScR guidelines for scoping reviews. The literature search was carried out from January to April 2025. The databases consulted were: PubMed, ScienceDirect, Scopus, Web of Science, SciELO, and the search engine Google Scholar. Search terms were used in both English and Spanish.

Results: The search yielded 82 potential studies, of which 24 met the inclusion criteria. The findings were organized into two categories: 1. Marine species intervened: Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*); Ornamental fish (Koi – *Cyprinus carpio*); Sea turtles (*Chelonia mydas* and *Caretta caretta*); Minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*); Northern elephant seals (*Mirounga angustirostris*); and Grey seals (*Halichoerus grypus*). 2. Types of techniques used: Conventional surgical techniques in marine species; Image-assisted and laparoscopic techniques; Innovative techniques and hybrid approaches.

Conclusions: The review demonstrated significant progress in adapting liposuction techniques for marine species, such as tumescent liposuction, surgical incision under general anesthesia, and innovative methods.

KEYWORDS: Dermochelys Coriacea; Marine species; Adipose tissue removal; Animal liposuction; Liposuction; Surgical procedures in marine species; Liposuction techniques.

INTRODUCCIÓN

El aceite extraído del tejido adiposo de la tortuga laúd (Dermochelys Coriacea) también conocida como tinglado ha mostrado potenciales propiedades antiinflamatorias y es usado por diferentes culturas. El desarrollo de cápsulas de aceite para ensayos clínicos puede abrir nuevas posibilidades en la medicina natural, aportando un valor biomédico significativo debido a la presencia del ácido esteárico y otros componentes lipídicos con propiedades terapéuticas.^[1]

Al ser la tortuga laúd, tortuga tinglar o tinglado la más amenazada a nivel global se hace preciso extraer el tejido adiposo sin comprometer la vida del animal y respetando las regulaciones legales que existen sobre manejo e investigaciones en tortugas marinas, por lo cual la presente revisión se centra exclusivamente a técnicas de liposucción aplicables a especies de gran tamaño.^[2]

La liposucción es una técnica quirúrgica originalmente desarrollada para humanos y posteriormente adaptada a animales terrestres. Su aplicación en especies marinas ha surgido en contextos de rehabilitación, manejo en cautiverio y conservación, especialmente en cetáceos y pinnípedos, donde la reducción controlada de tejido adiposo puede tener implicaciones en la salud y el rendimiento fisiológico.^[2, 3,4]

Las particularidades anatómicas y fisiológicas de estos animales requieren modificaciones específicas en la técnica, tales como la adaptación de cánulas, ajustes en la dosificación de anestésicos y el uso de tecnologías de imagen para localizar depósitos adiposos.^[3,4]

La tabla 1 muestra que la literatura existente sobre técnicas de liposucción y extracción del tejido adiposo en especies marinas es limitada, en tortugas marinas no están documentadas técnicas de liposucción, solamente estudios sobre análisis, distribución y cuantificación de tejido adiposo.^[1]

Los estudios que analizan de manera sistemática este tema son escasos, por lo cual se hace necesario mapear y revisar a profundidad la literatura existente. Es por ello que se realizó la presente revisión con el objetivo de profundizar en la evidencia existente sobre técnicas de extracción del tejido adiposo en especies marinas, teniendo en cuenta, procedimientos, eficacia, y limitaciones, para posteriormente validar una técnica que pueda ser utilizada en la extracción de tejido adiposo en la tortuga (*Dermochelys Coriacea*) que permita su empleo con fines terapéuticos en humanos.

Tabla 1. Resumen del análisis bibliométrico previo para la justificación del problema científico.

CATEGORÍA DE BÚSQUEDA	%
Estudios sobre liposucción	100 %
Estudios sobre liposucción animal	1,54 %
Estudios sobre liposucción en especies marinas	0,42 %
Estudios sobre liposucción en tortugas marinas	0,00%

Fuente: elaboración propia

METODOLOGÍA

La presente revisión se llevó a cabo con apoyo en el marco metodológico de las directrices para revisiones sistemáticas de alcance PRISMA-ScR (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*).

Diseño del estudio

Se llevó a cabo una revisión sistemática de alcance (*scoping review*) para identificar, clasificar y sintetizar la evidencia existente sobre las técnicas de extracción y estudio del tejido adiposo en especies marinas, con fines conservacionistas.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó entre enero y abril de 2025 en las bases de datos: PubMed, ScienceDirect, Scopus, Web of Science, SciELO, y el motor de búsqueda Google Scholar. Se utilizaron términos de búsqueda en inglés, combinados mediante operadores booleanos.

La estrategia de búsqueda principal fue:

("liposuction" OR "adipose tissue extraction" OR "fat removal") AND ("marine species" OR "marine mammals" OR "cetaceans" OR "pinnipeds")

Criterios de inclusión:

- Estudios originales, revisiones, reportes de casos en los que se empleó técnicas de liposucción o procedimientos quirúrgicos para la extracción y estudio del tejido adiposo en especies marinas.
- Publicaciones en inglés o español.
- Estudios disponibles en texto completo.

Criterios de exclusión:

- Artículos que no proporcionaban detalles técnicos del procedimiento quirúrgico.
- Trabajos teóricos o que no poseían metodologías aplicables en contextos veterinarios o de investigación.

Selección y análisis de los estudios

La selección se realizó en dos fases: primero, revisión de títulos y resúmenes; posteriormente, lectura a texto completo para confirmar elegibilidad. El proceso fue gestionado por un revisor principal y validado mediante consulta cruzada para reducir sesgos.

No se realizó una evaluación formal de la calidad metodológica de los estudios, de acuerdo con las recomendaciones de la guía PRISMA-ScR para revisiones de alcance. Sin embargo, se documentaron las limitaciones metodológicas que los propios autores reportaron, a fin de contextualizar los hallazgos.

Síntesis y presentación de resultados

Los datos fueron organizados temáticamente y presentados de forma descriptiva, agrupando los resultados en función de las especies intervenidas y las técnicas empleadas.

Se utilizaron las herramientas Mendeley y ChatGPT-4 como apoyo en la gestión de referencias y verificación del estilo de citación en formato Vancouver. Para la traducción de contenido en inglés, se empleó DeepTranslator, una herramienta especializada en procesamiento semántico de textos complejos.

En la figura 1 puede observarse un diagrama de flujo que resume la metodología de la presente revisión sistemática.

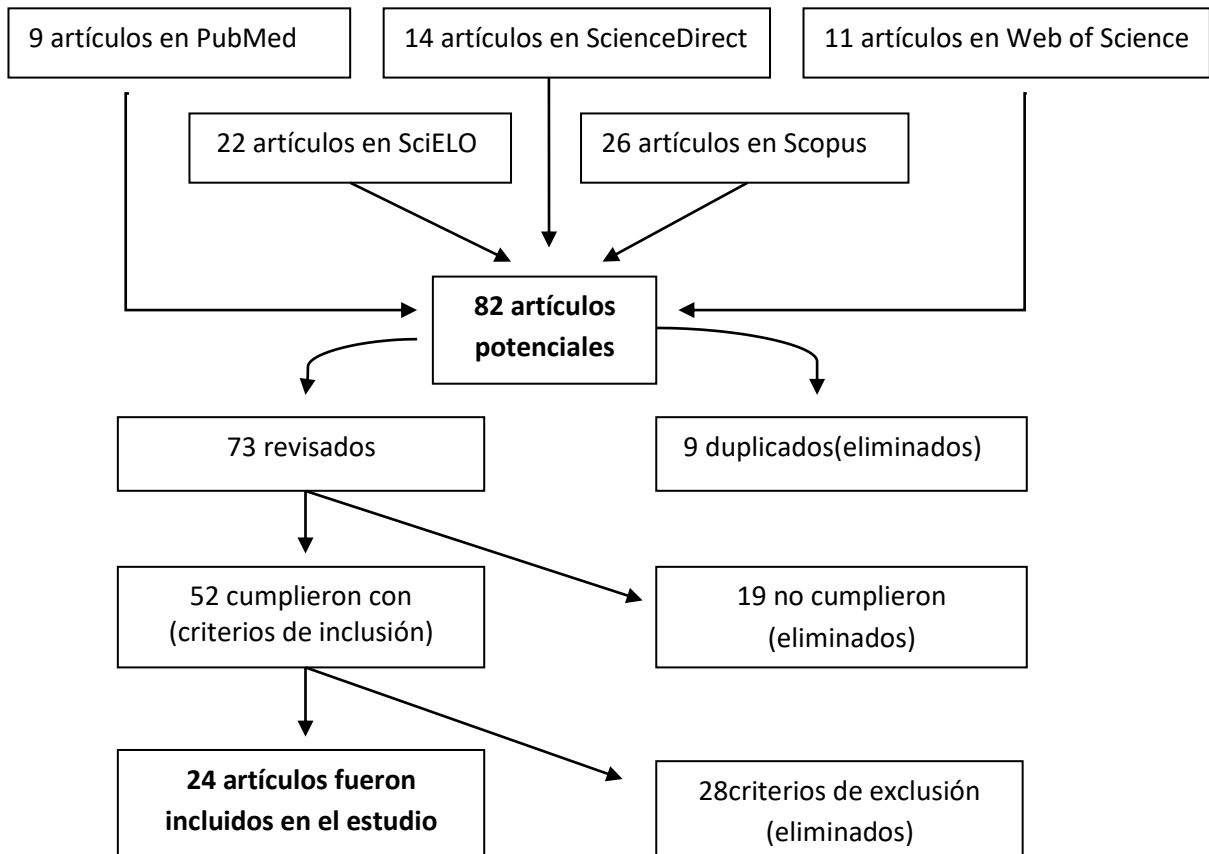


Figura 1. Resumen de la búsqueda y aplicación de los criterios de elegibilidad.

Fuente: elaboración propia

Consideraciones Éticas

La presente revisión realizó como un estudio secundario basado en la consulta de literatura previamente publicada como tarea de un proyecto de investigación. Por lo tanto, no se llevó a cabo ninguna

intervención directa con sujetos humanos ni animales, y tampoco se accedió a datos personales o identificables.

Se respetaron los principios éticos de la investigación, asegurando la correcta citación y reconocimiento de las fuentes originales.

Se cumplió con la Declaración de Helsinki en lo que respecta al uso de información secundaria, garantizando la integridad y transparencia del proceso investigativo.

RESULTADOS

La búsqueda arrojó 82 estudios potenciales, de los cuales 24 cumplieron los criterios de elegibilidad. Los hallazgos se organizaron en dos categorías principales:

1. Especies marinas intervenidas
2. Tipo de técnicas utilizadas.

1. Especies marinas intervenidas

Delfines Mulares (*Tursiops truncatus*)

Estudios piloto documentaron el uso de liposucción mínimamente invasiva en delfines para extraer tejido adiposo subcutáneo. La técnica incluyó:

Anestesia: Se administró midazolam por vía intramuscular a una dosis de 0.08 mg/kg. Se aplicó lidocaína al 2% en la zona de la incisión para proporcionar anestesia local.

Técnica: Se identificó la almohadilla de grasa postnucal mediante palpación digital y ecografía transcutánea. Se realizó una pequeña incisión en la piel con un bisturí para introducir una cánula de 15 cm conectada a una jeringa de 60 cc. Se infundió una solución tumescente compuesta por solución salina estéril, lidocaína al 2% y epinefrina para expandir el espacio adiposo subcutáneo y facilitar la extracción del tejido. Se realizó un seguimiento constante de la frecuencia cardíaca y respiratoria durante el procedimiento y las cánulas fueron guiadas por ultrasonido. No se especifica el método de cierre en el estudio (figura 2).

Aplicación: La grasa extraída se utilizó para aislar células madre mesenquimales, lo que abre posibilidades para aplicaciones regenerativas. [5, 6, 7]

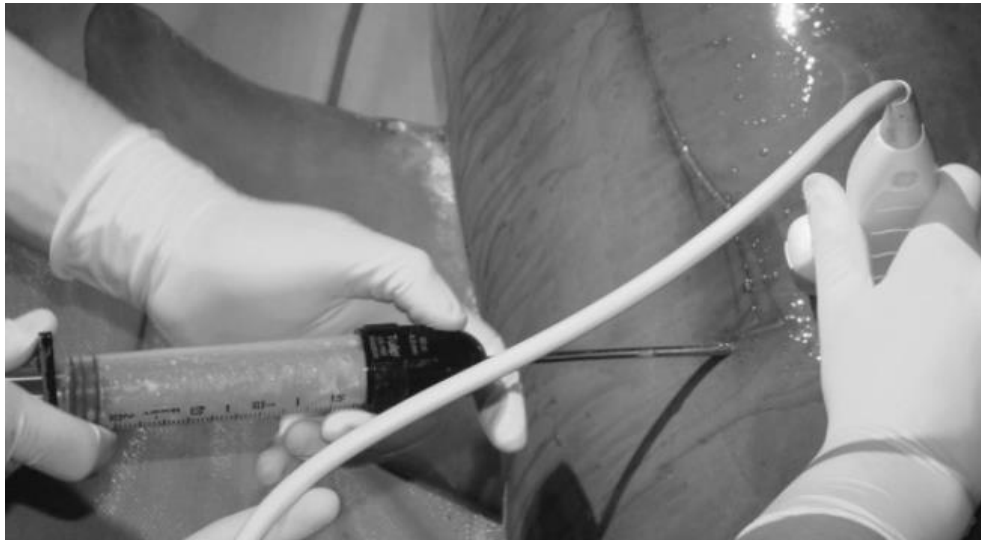


Figura 2. Fotografía de la técnica de liposucción guiada por ultrasonido utilizada en un delfín mular.

Fuente:Johnson SP, Fair PA, Bossart GD, et al. Adipose-derived stem cell collection and characterization in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *StemCellsDev.*2012[Internet] [citado 05 Abr 2025];21(16):2949-2957. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3525903>

Peces Koi (*Cyprinus carpio*)

En peces koi, se han documentado intervenciones para extirpar lipomas:

Procedimiento: Análisis de la distribución del tejido adiposo, identificación las estructuras comprometidas mediante tomografía computarizada, incisión quirúrgica con anestesia general, disección del lipoma y cierre de la herida mediante suturas absorbibles(figura3).

Resultados: El procedimiento fue exitoso, con rápida recuperación y sin complicaciones significativas. [8, 9]

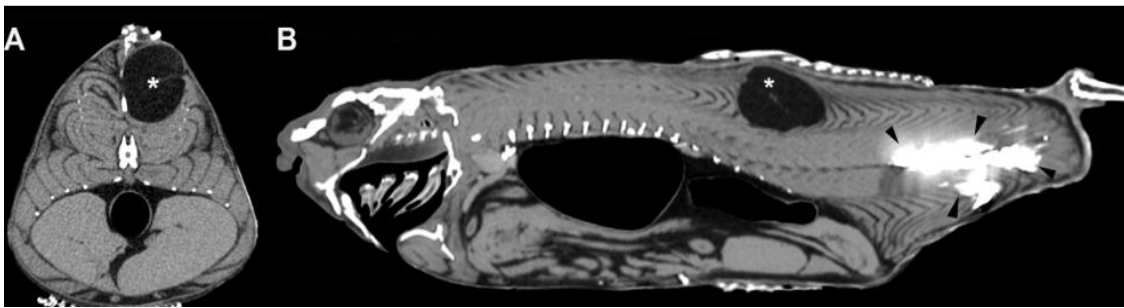


Figura 3. Vista transversal (A) y sagital (B) del lipoma mediante tomografía computarizada.

Fuente: Lewbart GA, Roberts HE, Griffith EH, Posner LP, Bracha G, Harms CA. Computed tomographic and ultrasonographic diagnosis with successful excision of a lipoma in a shusui koi (*Cyprinus carpio*). *J Am Vet Med Assoc.* 2020[Internet] [citado 05 Abr 2025];256(12):1379–83. Disponible en: <https://avmajournals.avma.org/downloadpdf/view/journals/javma/256/12/javma.256.12.1379.pdf>

Ballenas minike (*Balaenoptera acutorostrata*)

Este estudio de análisis proteómico destaca la utilidad de las biopsias de grasa para monitorear la salud y el estado fisiológico de las ballenas.

Método: ballestas o dardos que fueron dirigidos a la zona lateral por detrás de la aleta dorsal. Estos dardos especializados recolectaban la muestra y su quedaban flotando en la superficie lo cual permite recolectar muestras sin necesidad de capturar o inmovilizar al animal, reduciendo el estrés y el riesgo de lesiones.

Las muestras de grasa obtenidas mediante biopsia se utilizaron en una variedad de estudios científicos, evaluación del estado nutricional, estudios hormonales, análisis de proteínas e investigaciones genéticas.^[10]

Elefantes marinos del norte (*Mirounga angustirostris*)

Se desarrolló un modelo in vitro para posteriormente evaluar la función del tejido adiposo frente a estímulos lipolíticos.

Anestesia: Se administró Telazol (tiletamina-zolazepam) por vía intramuscular a una dosis de 1 mL por cada 100 kg de peso estimado del animal.

Mantenimiento y monitoreo: Se utilizó ketamina intravenosa según necesidad para mantener la sedación durante el procedimiento y se realizó un seguimiento constante de los signos vitales y la temperatura corporal para prevenir complicaciones como la hipertermia.

Procedimiento: Se emplearon sacabocados de 6 mm para obtener biopsias de grasa subcutánea en la región lateral de la pelvis. Las muestras se enjuagaron con solución salina tamponada con fosfato y se almacenaron en medios de cultivo específicos para su análisis posterior y no proporcionan detalles específicos sobre el cierre de la incisión o el uso de suturas.^[11]

Focas grises (*Halichoerus grypus*)

Se han documentado procedimientos de extracción de tejido adiposo en focas grises mediante biopsias de grasa subcutánea.

Sedación inicial: Midazolam intramuscular (0.5–1.0 mg/kg) se ha empleado para sedar a las focas antes del transporte y manipulación.

Anestesia general: Combinaciones de ketamina (1 mg/kg intravenosa) o zoletil (0.1 mg/kg intravenosa) se han utilizado para inducir anestesia general durante procedimientos más invasivos.

Mantenimiento de la anestesia: En casos de cirugía, se ha mantenido la anestesia con sevoflurano o isoflurano en oxígeno al 100%, administrado mediante intubación endotraqueal.^[12, 13]

Tortugas Marinas (*Dermochelys Coriacea*), (*Cheloniemydas*), (*Carettacaretta*).

Aunque no se han documentado técnicas de extracción invasiva en tortugas marinas, pero se han realizado estudios para cuantificar el tejido adiposo.

Método: bioimpedancia eléctrica (BIS) validada con tomografía computarizada y algoritmos de aprendizaje profundo.

Objetivo: Determinar la distribución y volumen del tejido adiposo, lo cual es fundamental para estudios de composición corporal y salud general.^[14-18]

Investigaciones han permitido analizar cuáles son los ácidos grasos presentes en muestras de tortugas con el uso de la técnica de ionización ambiente (ver tabla 2)

Tabla 2. Resumen de algunos ácidos grasos encontrados en tortugas marinas

Ácidos Grasos	Composición	D.C	Ch.M	C.C
12:0 Lauricacid	C ₁₂ H ₂₄ O ₂ -H	X		
18:2 Linoleicacid (LA)	C ₁₈ H ₃₂ O ₂ -H	X		
18:0 Stearicacid	C ₁₈ H ₃₆ O ₂ -H	X		
20:5 Eicosapentanoicacid (EPA)	C ₂₀ H ₃₀ O ₂ -H			X
22:6 Docosahexanoicacid (DHA)	C ₂₂ H ₃₂ O ₂ -H			X

Leyenda:

X: Ácido graso presente

D.C: DermochelysCoriacea

Ch.M:Cheloniomydas

C.C:Carettacaretta

Fuente:Edgard O, Katherine M, Brian C, et al. Characterization of sea turtle oil by ambient ionization mass spectrometry: Carettacaretta, Cheloniomydas, DermochelysCoriacea, Eretmochelysimbricata, Lepidochelyskempii, and Lepidochelysolivacea.FSIAE. 2021. [Internet] [citado 05 Abr 2025].24(4):211–215Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fsiae.2021.100008>

2. Tipo de técnicas utilizadas.

Técnicas Quirúrgicas Convencionales en Especies Marinas:

Varios estudios han adaptado los métodos tradicionales de liposucción a cetáceos y pinnípedos, modificando la angulación de las incisiones y empleando cánulas específicas para la morfología de estos animales. Se reportaron mejoras en la extracción de tejido adiposo con reducción de daño tisular, aunque se identificaron retos en la dosificación anestésica debido a la fisiología única de las especies marinas.^[3-8]

Técnicas Asistidas por Imagen y Laparoscopia:

La utilización de ultrasonido y sistemas de navegación en tiempo real ha permitido una localización precisa de depósitos adiposos en especies como delfines y focas. La liposucción laparoscópica, aplicada en procedimientos en cautiverio, mostró ventajas en cuanto a menor invasividad, recuperación acelerada y reducción de complicaciones postoperatorias. ^[5, 6, 7, 17,18]

Técnicas innovadoras y enfoques híbridos:

Estudios recientes han explorado la combinación de la liposucción con técnicas complementarias, como la criolipólisis y la administración local de agentes lipolíticos. Estos métodos híbridos han sido particularmente útiles en áreas de difícil acceso en grandes cetáceos, demostrando resultados prometedores en términos de eficacia y seguridad.^[20 -24]

En la tabla 3 se muestra a partir de un resumen de los aspectos más importantes de cada técnica reportados en la literatura.

Se evidenció que las técnicas con menor cantidad de complicaciones posible fueron la liposucción ultrasónica y la tumescente, esta última se reporto de manera más frecuente en la literatura.^[5, 6, 7]

Tabla 3. Comparativa entre las técnicas de liposucción más utilizadas.

Técnica	Tipo de anestesia	Instrumental utilizado	Invasividad	Posibles complicaciones
Tumescente	Local	Cánula + solución tumescente	Moderada	Escasas y más segura que la clásica
Tradicional	Local o general	Cánula estándar	Alta	Hematomas y seromas
Ultrasónica (UAL)	General	Cánula + energía ultrasónica	Baja	Prácticamente inexistentes
Láser (LAL)	Local	Cánula + fibra láser	Mínima	Quemaduras ocasionales
VASER	Local o general	Cánula + ultrasonido	Baja	mínima necrosis
Power-assisted (PAL)	Local o general	Cánula vibratoria asistida	Moderada	edema prolongado ocasional

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

Los avances en la tecnología de imagen y los métodos mínimamente invasivos han permitido adaptar con éxito las técnicas de liposucción a las particularidades anatómicas de las especies marinas. ^[20, 4, 8,14]

Sin embargo, la heterogeneidad en los protocolos y la limitada cantidad de estudios multicéntricos dificultan la estandarización de la práctica. ^[21,22]

Esto se debe, en parte, a las considerables diferencias anatómicas y fisiológicas entre especies marinas y mamíferos, y a las estrictas normativas de conservación que protegen a muchas de estas especies.

Además, el manejo anestésico y el control del estrés pre y postoperatorio son aspectos críticos que requieren el desarrollo de protocolos específicos para minimizar riesgos y asegurar el bienestar animal. [23,24, 22]

La revisión resalta la necesidad de ensayos controlados a largo plazo que permitan evaluar la reproducibilidad y los efectos a largo plazo de estas intervenciones en condiciones tanto de cautiverio como en animales salvajes.

Se recomienda el desarrollo de protocolos específicos que respeten tanto la seguridad del animal como las normativas internacionales de conservación.

La integración de nuevas tecnologías y protocolos de bienestar serán fundamentales para optimizar la práctica en este campo.[24]

CONCLUSIONES

La evidencia demuestra que se han realizado avances significativos en la adaptación de técnicas de liposucción en especies marinas, especialmente mediante el uso de métodos asistidos por imagen y enfoques híbridos.

Se evidenció el uso de liposucción tumescente, la utilización de Incisión quirúrgica con anestesia general para disección de lipomas y métodos innovadores como la administración local de agentes lipolíticos y la criolipólisis.

Aunque la liposucción como técnica específica no está ampliamente documentada en especies marinas, la variabilidad en los protocolos y los desafíos relacionados al manejo anestésico y ético subrayan la necesidad de estudios multicéntricos y la estandarización de procedimientos y la validación de nuevos protocolos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Edgard O, Katherine M, Brian C, et al. Characterization of sea turtle oil by ambient ionization mass spectrometry: *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys kempii*, and *Lepidochelys olivacea*. *FSIAE*. 2021. [Internet] [citado 05 Abr 2025].24(4):211–215 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsiae.2021.100008>
2. Eric E F, Daniel M, Joelbin DLC. The leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) a giant from Pacific Panama in danger. *RevScientia* 2025 [Internet] [citado 05 Abr 2025].35(1):113-124 Disponible en: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/>

3. Stearns SC, et al. Advances in minimally invasive adipose tissue collection techniques in marine vertebrates: a critical review. *Front Mar Sci.* 2022[Internet] [citado 05 Abr 2025];9:847331. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.847331>
4. Sweeney JC, Ridgway SH. Surgical procedures in pinniped and cetacean species. *Vet Clin North Am ExotAnimPract.* 2013[Internet] [citado 05 Abr 2025];16(2):453-467. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24450040/>
5. Johnson SP, Fair PA, Bossart GD, et al. Adipose-derived stem cell collection and characterization in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *StemCellsDev.* 2012[Internet] [citado 05 Abr 2025];21(16):2949-2957. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3525903>
6. Suzuki, Miwa, et al. Comprehensive expression analysis of hormone-like substances in the subcutaneous adipose tissue of the common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. *Scientific reports* 2024[Internet] [citado 05 Abr 2025];14,1 12515. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11143283/>
7. Ocampos, AnyaIsabelle et al. Pharmaceuticals in the blubber of live free-swimming common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *iScience* 2024[Internet] [citado 05 Abr 2025] 27:12 111507. Disponible en: <https://www.cell.com/action/showCitFormats?doi=10.1016%2Fj.isci.2024.111507&pii=S2589-0042%2824%2902734-2>
8. Lewbart GA, Roberts HE, Griffith EH, Posner LP, Bracha G, Harms CA. Computed tomographic and ultrasonographic diagnosis with successful excision of a lipoma in a shusui koi (*Cyprinus carpio*). *J Am Vet Med Assoc.* 2020[Internet] [citado 05 Abr 2025];256(12):1379–83. Disponible en: <https://avmajournals.avma.org/downloadpdf/view/journals/javma/256/12/javma.256.12.1379.pdf>
9. Lee GH, Kim JM, Park SJ. Surgical excision of a lipoma in a koi fish (*Cyprinus carpio*): A case report. *J AquatAnim Health.* 2012[Internet] [citado 05 Abr 2025];24(4):211–215. Disponible en: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/256/12/javma.256.12.1379.xml>

10. Kershaw, Joanna, et al. Proteome profiling reveals opportunities to investigate biomarkers of oxidative stress and immune responses in blubber biopsies from free-ranging baleen whales. *Conservation physiology* 2024[Internet] [citado 05 Abr 2025]; 12:1059. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11332026/>
11. Debier C, Pirard L, Verhaegen M, et al. In vitro Lipolysis and Leptin Production of Elephant Seal Blubber Using Precision-Cut Adipose Tissue Slices. *Front Physiol.* 2020[Internet] [citado 05 Abr 2025];11:615784.Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7758477/>
12. Armstrong HC, Russell DJF, Moss SEW, et al. Fitness correlates of blubber oxidative stress and cellular defences in grey seals (*Halichoerus grypus*): support for the life-history-oxidative stress theory from an animal model of simultaneous lactation and fasting. *Cells.* 2023[Internet] [citado 05 Abr 2025];28(5):551-566. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10469160/>
13. Bennett KA, Robinson KJ, Moss SEW, et al. Using blubber explants to investigate adipose function in grey seals: glycolytic, lipolytic and gene expression responses to glucose and hydrocortisone. *Sci Rep.* 2017[Internet] [citado 05 Abr 2025];7(1):7731.Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5552887/>
14. Méndez D, Konovalov DA, Ward LC, Kophamel S, Ariel E, Cassidy N, et al. Bioelectrical impedance spectroscopy for non-invasive assessment of adipose tissue in sea turtles. *Mar Ecol Prog Ser.* 2021[Internet] [citado 05 Abr 2025];672:191–203. Disponible en: https://www.int-res.com/articles/meps_oa/m672p191.pdf
15. Kumar P, Silva R, Gómez L, et al. Spatial distribution of fat deposits in leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*). *Mar Turtle Res Conserv.* 2024[Internet] [citado 05 Abr 2025];12(2):45–53. Disponible en: <https://www.marineturtlesresearch.org/articles/2024-12-2-45-53>

16. Brown LM, Davis J, Patel R. Quantification of adipose tissue in sea turtles using bioimpedance and CT imaging combined with deep learning algorithms. *EcolEvol.* 2019[Internet] [citado 05 Abr 2025];9(5):2672–2683. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.9610>
17. Smith J, Hernández A, Lee C, et al. Adipose tissue distribution in Dermochelys coriacea: a CT imaging study. *J Exp Mar Biol Ecol.* 2023[Internet] [citado 05 Abr 2025];561:151634.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2023.151634>
18. Kophamel S, Ward LC, Konovalov DA, Méndez D, Ariel E, Cassidy N, et al. Field-based adipose tissue quantification in sea turtles using bioelectrical impedance spectroscopy validated with CT scans and deep learning. *EcolEvol.* 2022[Internet] [citado 05 Abr 2025];12(12):e9610. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.9610>
19. Higgins JL, Hendrickson DA. Procedimientos quirúrgicos en especies de pinnípedos y cetáceos. *J Zoo Wildl Med.* 2023[Internet] [citado 05 Abr 2025];44(4):817-836. Disponible en:
<https://bioone.org/journals/Journal-of-Zoo-and-Wildlife-Medicine/volume-44/issue-4/2012-0286R1.1/SURGICAL-PROCEDURES-IN-PINNIPED-AND-CETACEAN-SPECIES/10.1638/2012-0286R1.1.short>
20. González R, et al. Techniques for the assessment of body fat in marine vertebrates: a review. *RevFishBiolFisheries.* 2020[Internet] [citado 05 Abr 2025];30(4):709-724. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/s10641-020-00973-3>
21. Pardo M, et al. Evaluation of adipose tissue extraction techniques in captive marine mammals: implications for regenerative medicine. *Front VetSci.* 2019[Internet] [citado 05 Abr 2025];6:370. Disponible en:
<https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00370>
22. Ortega F, et al. Advances in adipose tissue research in marine species: a systematic review. *AquatConserv.* 2020[Internet] [citado 05 Abr 2025];30(1):45-58. Disponible en:
<https://doi.org/10.1002/aqc.3162>

23. López-Álvarez A, et al. Liposuction and tissue processing in aquatic animals: a novel approach for veterinary applications. *AquatVet.* 2021[Internet] [citado 05 Abr 2025];15(2):100-108. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquavet.2020.101008>

24. Turner WE, et al. Comparative evaluation of adipose tissue removal methods in aquatic species. *Mar Biotechnol.* 2019[Internet] [citado 05 Abr 2025];21(5):650-658. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10126-019-09939-7>