

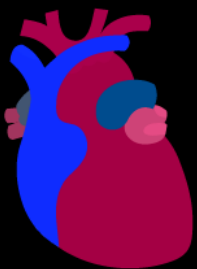


XXVI

Reunión Nacional
de **Morfología**

Dr. Hugo Ramírez Cervantes

OAXACA 2025



Revista

Panamericana de Morfología

Vol 3. Número 10 | mayo-agosto 2025

Mesa Directiva 2025-2026 · Año académico Dra. Dora Virginia Chavez Corral

Editorial Archivos Mexicanos de Anatomía desde 1960

CONSEJO EDITORIAL

Editor Honorario: Sebastián Manuel Arteaga Martínez

Editor en jefe: Roberto Carlos Lazzarini Lechuga

Asistente editorial: Brenda Romero Flores

Coeditores: René Rodríguez Vega
Alfonso Francisco Ponce Reyes
María Isabel García Peláez
Francisco Raúl Barroso Villafuerte

Diseñadora: Josie Rebeca Alfaro González

Comité Editorial

Adolfo Soto Domínguez (MX)
Alfonso Francisco Ponce Reyes (MX)
Andrés Castell Rodríguez (MX)
Antonio Soto Paulino (MX)
Ariel Farit Gutiérrez Alexander (MX)
Armando Pérez Torres (MX)
Blas Antonio Medina Ruiz (PY)
César Aguilar Torres (MX)
Dora Virginia Chávez Corral (MX)
Diego Pineda Martínez (MX)
Eduardo Agustín Godínez (MX)
Germán Isauro Garrido Fariña (MX)
Héctor Orlando Guzmán Duchén (BO)
Ismael Herrera Vázquez (MX)
Jaime Jesús Martínez Anda (MX)
Jessica González Fernández (CR)
Jorge Moscol Gonzáles (PE)
José Darío Rojas Oviedo (CO)
José Guadalupe de Jesús Arriaga García (MX)
José Ramón Sañudo Tejero (ES)

José Rogelio Lozano Sánchez (MX)
Lorena González Vadillo (MX)
Lorena Valencia Caballero (MX)
Luis Enrique Gómez Quiroz (MX)
Ma. Elena Samar Romani (AR)
Manuel A. Ángeles Castellanos (MX)
Marco Aurelio Guerrero Figueroa (EC)
Mariano del Sol Calderón (CL)
Mario Murguía Pérez (MX)
Miguel Ángel Herrera Enríquez (MX)
Nicolás Ernesto Ottone (CL)
Norberto López Serna (MX)
Olivia Espinosa Vázquez (MX)
Ricardo Jorge Losardo (AR)
Richard Halti Cabral (BR)
Rodolfo Esteban Ávila Uliarte (AR)
Rodrigo Elizondo Omaña (MX)
Rubén Daniel Algieri (AR)
Rubén García Garza (MX)
Yolanda Salinas Álvarez (MX)



Presidente honorario	Dr. Manuel Granados y Navarrete
Secretaria patrimonial	Dra. Isabel García Peláez
Presidente	Dr. René Vega Rodríguez
Vicepresidente	Dr. Rubén García Garza
Secretario	Dr. Alfonso Francisco Ponce Reyes
Tesorero	Dr. Martín Benito Pineda German
Primer Vocal	Dr. Leopoldo Cinto Aguilar
Segundo Vocal	Dr. Antonio Soto Paulino
Vocal de Anatomía	Dr. Alberto Manuel Ángeles Castellanos
Vocal de Anatomía	Dr. Rodrigo Elizondo Omaña
Vocal de Embriología	Dr. Adrián García Cruz
Vocal de Embriología	Dra. Dora Virginia Chávez Corral
Vocal de Histología	Dr. Adolfo Soto Domínguez
Vocal de Histología	Dr. Eduardo Gómez Conde
Vocal de Neuroanatomía	Dr. José Guadalupe de Jesús Arriaga García
Vocal de Neuroanatomía	Dr. Daniel Álvarez Sandoval
Vocal de Anatomía Quirúrgica	Dr. Nicolás Lázaro Miguel
Vocal de Anatomía Quirúrgica	Dr. Julio César Viñas Dozal
Vocal de Antropología	Dra. Lorena Valencia Caballero
Vocal de Antropología	A.F. Julia Stephan Sánchez Torrijos
Vocal de Investigación en Ciencias Morfológicas	Dr. Adrián Manuel Verdines Pérez
Vocal de Técnicas de Preservación	Dr. Eric Alejandro González Sánchez
Vocal de Microscopía y procesamiento de Imágenes	Dr. Eduardo Agustín Godínez
Vocal de Educación Médica	Dra. Ana Elsa Velasco Loaeza
Vocal de Historia y Filosofía de la Anatomía	Dr. Ismael Herrera Vázquez
Vocal de diseño, imagen y divulgación	Lic. Josie Rebeca Alfaro González
Vocal de Actualización Docente y Planeación Curricular	Dr. Francisco Raúl Barroso Villafuerte
Vocal por Integración de Morfo-Simulación	Dr. Diego Pineda Martínez
Vocal de Anatomía Clínica	Dr. Eduardo A. Rivas Sánchez
Vocal de Anatomía Clínica	Dr. Aldo Ramírez Campos
Vocal de Anatomía Biomecánica	Dra. Ana Luz Muñoz Zurita
Vocal de Anatomía Biomecánica	Dr. Israel Jiménez Garrido
Vocal de Anatomía de Habilidad y Rehabilitación	Dra. Esmeralda Ramos Romero
Vocal de Certamen Morfológico	Dr. Miguel Ángel Herrera Enríquez
Vocal de Certamen Morfológico	Dra. Sandra Acevedo Nava
Vocal de la Red Nacional de Donación de Cuerpos Humanos	Dr. Ariel Farit Gutiérrez Alexander
Vocal Regional Centro	Dr. Guillermo Muñoz Zurita
Vocal Regional Centro	Dra. Circe Minerva Gómez Glockner
Vocal Regional Occidente	Dra. Diana Gabriela Garnica García
Vocal Regional Occidente	Dra. Juliana Godínez Rubí
Vocal Regional Occidente	Dra. Guillermina Muñoz Ríos

Tabla de contenidos

Bienvenida a la XXVI Reunión Nacional de Morfología, 2025	5
René Rodríguez Vega	
Carta al editor	7
Jorge Eduardo Duque Parra	
Rendimiento en triatlón: impactos metabólicos, inflamatorios y adaptaciones fisiológicas en modalidades de resistencia extrema	8
Eliana Marley Mutiz España, Leidy Diana Imbachi Imbachi, Jonathan Alexander Cerón López, Fleider Leovani Gómez Cabrera, María Virginia Pinzón-Fernández, Jhan Sebastián Saavedra Torres	
Fundamentos semiológicos de las lesiones elementales primarias y secundarias de la piel: revisión crítica de la literatura	27
Federica Ortiz-Castro, Vanessa Cabrera-Guarín y Guillermo Adrián Rivera-Cardona	
La inconmensurabilidad en histología como herramienta para integrar las representaciones en sistemas complejos	43
German Isauro Garrido-Fariña	
Morphofunctional study of the cervical ribs and thoracic outlet syndrome: a review	50
Paulo Vinícius dos Santos Chagas, Rebeca Maurício Carneiro da Silva, Leandro Moura Silva, José Jailson Costa do Nascimento	
Hernia diafragmática congénita: innovación terapéutica y sus desafíos en la medicina del futuro	71
Diego de Jesús Contreras Ramírez, Samuel Vences Carbajal, Tsedek Zariñán García, Mauricio Antonio Niño Ubach, Dulce Olivia Flores Martínez, Yasmín Montserrat Flores Martínez	
Piel cabelluda y cuero cabelludo: implicancias terminológicas y anatómicas en ciencias de la salud	84
Jorge Eduardo Duque Parra, Heliana Marcela Botello Mojica, Jhonatan Duque Colorado, Roby Esneyder Franco Gómez, Jhony Alejandro Díaz Vallejo	
Etimología, visión histórica y estructura/función de la habénula	90
Jorge Eduardo Duque Parra, Heliana Marcela Botello Mojica, Jhonatan Duque Colorado, Roby Esneyder Franco Gómez, Jhony Alejandro Díaz Vallejo	
Estudio cadavérico de la corona mortis y de los vasos obturadores aberrantes: reporte de tres casos	97
Bruno Senatore, Natalia Machado, Alejandra Mansilla	
Anatomía humana: estudiantes desmotivados para estudiarla o docentes poco motivados para enseñarla	
Juan Carlos Araujo-Cuauco	

Bienvenida a la XXVI Reunión Nacional de Morfología, 2025

Dr. René Rodríguez Vega

Presidente de la Sociedad Mexicana de Anatomía A.C.



Estimados amigos, docentes, estudiantes y profesionales del área de la salud en sus diversas ramas. Es para mí una satisfacción y me complace brindarles la más cordial bienvenida, a la XXVI Reunión Nacional de Morfología “Dr. Hugo Ramírez Cervantes”, organizado por la Sociedad Mexicana de Anatomía. Este gran evento se llevará a cabo en la bellísima ciudad de Oaxaca la tierra del sol, durante los días del 22 al 26 de septiembre de 2025, que se realizará con nuestros amigos y colegas de la Facultad de Medicina de la Universidad Regional del Sureste (URSE).

Es para nosotros un placer y un gusto que durante este evento médico, podamos reunirnos como una comunidad plural y con diversas ramas de la medicina, con un alto interés en la morfología que engloba a docentes, estudiantes y profesionales de las distintas áreas de la salud, cuya finalidad es que este tipo de eventos sea cada vez más enriquecedor, en todos los aspectos y se continúe realizando año con año.

Esta reunión nacional nos brindará una oportunidad inestimable, para poder transmitir y compartir nuevos conocimientos, avances médicos y experiencias de todos los ponentes en los distintos campos de la anatomía, embriología, histología y neuroanatomía, con el fin de fortalecer, comprender y actualizar nuestros conocimientos, que se verán reflejados en la práctica médica diaria, y que forman parte fundamental en todas las ciencias de la salud.

Quiero resaltar la importancia que conlleva la educación médica continua, tanto para el profesional de la salud, así como el personal docente y sin ninguna duda, también para toda la comunidad estudiantil, que son y representan el futuro de las ciencias morfológicas y lo más importante, el futuro de los servicios de salud a nivel nacional. La Sociedad Mexicana de Anatomía se complace de poder ser una parte importante para la promoción y gestión, para poder llevar a cabo este tipo de eventos nacionales en los cuales, no solo se fomenta el conocimiento, la colaboración, el intercambio de experiencias, pero sobre todo, las relaciones personales que nos hacen crecer como personas y profesionales.

Por tal motivo el día lunes 22 de septiembre se iniciarán las actividades pre-congreso, las cuales se enfocarán principalmente en talleres, mientras los días posteriores que van del 23 al 26 de septiembre, se llevarán a cabo distintas actividades entre las que se incluyen, las pláticas magistrales, mesas redondas en relación a los programas de donación, concurso de fotografía en el ámbito de la morfología, carteles, trabajos libres, presentaciones de libros, y no menos importante, nuestro gran esperado evento, el concurso nacional estudiantil de conocimientos en morfología.

De igual forma, se tendrán actividades culturales y artísticas, como el evento “La representación de la Guelaguetza”, “La representación de la Calenda”, un evento estudiantil para romper el hielo. nuestra tradicional cena de gala y paseos turísticos en la ciudad de Oaxaca para los acompañantes. Hablar de Oaxaca es hablar de mezcal, historia, tradición, zonas arqueológicas, artesanías, festividades, gastronomía, desarrollos turísticos, playas, cielo estrellado, culturas indígenas, afrodescendientes y mestizas. Es la tierra del sol. Sin duda ¡Oaxaca lo tiene todo! Los esperamos a todos con los brazos abiertos. Esperamos sean de su agrado todas las actividades programadas, y que esta reunión sea un recuerdo inolvidable para todos.

Mesa directiva Bienio 2025-2026

Carta al editor

Roberto Lazzarini Lechuga

Editor Jefe

Revista Panamericana de Anatomía

Distinguido académico, presento esta carta -al editor- con miras a su publicación y proyectada con el fin de llamar la atención sobre el uso inadecuado de términos anatómicos por profesores de anatomía, error que deben enmendar para que los términos que se empleen, estén acordes con la *Terminologia Anatomica* (TA) que son de uso internacional, aunque infortunadamente en América Latina, aún sigue siendo un grave problema de comunicación científica entre los profesionales y estudiantes del área de la salud y de las ciencias afines. Lo anterior, es debido a diversos factores, tales como, que los textos utilizados en la enseñanza anatómica no han seguido las recomendaciones de la Federación Internacional de Asociaciones de Anatomistas (IFAA) (Duque Parra *et al.*, 2018).

Así, el trabajo titulado: Doble vena cava inferior e hipoplasia de arteria iliaca primitiva izquierda en feto con síndrome de Down: reporte de caso (Zárate *et al.*, 2025), se emplean términos obsoletos como el de vena iliaca primitiva izquierda. El fundamento de ello, es que el término primitivo significa primero en cuanto al tiempo o en su género (Mascaro Porcár, 1983) y no cuadra con esta denominación antigua anatómica en referencia a características ancestrales de nuestra especie, pues este vaso es común en muchas especies de vertebrados como en caballos (Klaus-Dieter *et al.*, 2009) cerdos, perros, monos y bovinos (Schwein *et al.*, 2020), por lo que la FIPAT asimila como nombre de vena iliaca común (*Vena iliaca communis*) con el numeral 5021 (FIPAT, 2019). El nombre a emplear para esta aparte corporal en español es por lo tanto: vena iliaca común.

También en el mismo artículo se explicita la valva anterior y posterior de la válvula tricuspídea fusionadas. Aunque el termino sigue siendo válido, trabajos de variados autores cuestionan este término tradicional, pues la caracterización morfológica de las valvas de la válvula tricúspide mediante criterios objetivos en varios corazones cadavéricos embalsamados mostró doble en 26 y triple en cuatro. Este estudio revela que la válvula tricúspide rara vez es tricúspide, hallazgos que proporcionan una comprensión más clara de la morfología de las valvas de la válvula tricúspide, por lo que se cuestiona si la válvula tricúspide es realmente tricúspide (Athavel *et al.*, 2017).

Cordialmente y con ánimo crítico constructivista, me remito:

Jorge Eduardo Duque Parra

Departamento de Ciencias Básicas. Universidad de Caldas.

Colombia Manizales (Colombia) 01-07-2025.

REFERENCIAS

- Athavale, S., Deopujari, R., Sinha, U., Lalwani, R., Kotgirwar, S. (2017). Is tricuspid valve really tricuspid? *Anat Cell Biol*, 50 (1):1–6.
- Budras, K.D., Sack, W.O., Röck, S. (2009). Anatomy of the Horse. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Duque Parra, J.E., Vasquez, B., del Sol M. (2018). Problemática educativa terminológica anatómica en América Latina: *Terminologia Anatomica* es Internacional, no Nacional ni Regional. *Int J Morphol*, 36 (4):1423-1430
- FIPAT. (2019). Terminoloiga Anatomica. Federative International Programme for anatomical terminology. Mascaró y Porcar, J.M. (1983). *Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas*. Salvat.
- Schwein, A., Magnus, L., Chakfé, N., Bismuth, J. (2020). Critical Review of large animal models for central deep venous thrombosis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 60(2):243-252.
- Zárate, L.N., Suárez Zeniquel, A.A., Rojas, D.E., Saucedo, G.A., Alvarez, V.S., Gorodner, A.M (2025). Doble vena cava inferior e hipoplasia de arteria iliaca primitia izquierda en feto con síndrome de Down: reporte de caso Argentina. *Rev Panam Morf*, 3 (9): 5-14.

Revisión sistemática

Rendimiento en triatlón: impactos metabólicos, inflamatorios y adaptaciones fisiológicas en modalidades de resistencia extrema

Eliana Marley Mutiz España^{1*}, Leidy Diana Imbachi Imbachi², Jonathan Alexander Cerón López³, Fleider Leovani Gómez Cabrera⁴, María Virginia Pinzón-Fernández³, Jhan Sebastián Saavedra Torres⁵

1. Universidad de Caldas, Departamento de Medicina Interna, Manizales, Colombia.
2. Universidad Santiago de Cali. Departamento de Urgencias, Hospital San Juan de DIOS, Cali- Colombia.
3. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
4. Universidad de Nariño Pasto, Nariño, Colombia.
5. EUNEIZ Universidad Vitoria-Gasteiz, País vasco. Integrante de corporación del laboratorio al campo, universidad del cauca; Grupo de Investigación en Salud (GIS), Popayán. Cauca, Colombia.

*** Autor de correspondencia:**

Eliana Marley Mutiz España

✉ elimutiz@hotmail.com

RESUMEN

El triatlón, deporte de alta resistencia, genera adaptaciones complejas en los sistemas inmunológico, cardiovascular y metabólico. En el sistema inmunológico, las competencias prolongadas pueden reducir transitoriamente la inmunoglobulina A y los neutrófilos, aumentando la vulnerabilidad a infecciones, aunque estas alteraciones se normalizan en pocos días. Además, se activa una respuesta inflamatoria mediada por citocinas como IL-6, equilibrada por IL-10 y macrófagos M2, promoviendo reparación tisular. En el sistema cardiovascular, los eventos prolongados elevan marcadores cardíacos como troponina y BNP; sin embargo, estos cambios son reversibles en atletas entrenados. A nivel metabólico, el estrés oxidativo es moderado por una respuesta antioxidante eficaz, destacando el rol del CoQ10 en reducir daño oxidativo y mejorar la recuperación muscular. En adultos mayores, el triatlón mejora la composición corporal, los lípidos séricos y el bienestar psicológico, demostrando ser una actividad transformadora incluso en edades avanzadas.

Palabras clave: Sistema inmunológico, Sistema cardiovascular, Metabolismo, Triatlón, Estrés oxidativo, Citoquinas.

ABSTRACT

Triathlon, a high-endurance sport, induces complex adaptations in the immune, cardiovascular, and metabolic systems. In the immune system, prolonged competitions can transiently reduce immunoglobulin A and neutrophil levels, increasing susceptibility to infections, although these alterations normalize within a few days. Additionally, an inflammatory response mediated by cytokines such as IL-6 is activated, balanced by IL-10 and M2 macrophages, promoting tissue repair. In the cardiovascular system, prolonged events elevate cardiac markers like troponin and BNP; however, these changes are reversible in trained athletes. At the metabolic level, oxidative stress is moderated by an effective antioxidant response, with CoQ10 playing a key role in reducing oxidative damage and improving

muscle recovery. In older adults, triathlons enhance body composition, serum lipids, and psychological well-being, demonstrating its transformative potential even in advanced ages.

Keywords: Immune system; Cardiovascular system, Metabolism, Triathlon, Oxidative stress, Cytokine

INTRODUCCIÓN

El triatlón, una disciplina de resistencia extrema que combina natación, ciclismo y carrera a pie, exige un alto rendimiento físico y metabólico. La hidratación y el consumo adecuado de carbohidratos son esenciales para optimizar el desempeño y prevenir complicaciones fisiológicas durante competencias prolongadas (Gillum *et al.*, 2006; Jeukendrup *et al.*, 2005; Rogers *et al.*, 1997). El ejercicio de larga duración agota los depósitos de glucógeno, incrementa el estrés oxidativo y promueve respuestas inflamatorias, lo que puede comprometer tanto el rendimiento como la salud del atleta (Alghannam *et al.*, 2016; Gillum *et al.*, 2006; Impellizzeri *et al.*, 2023).

La deshidratación afecta negativamente la termorregulación y el equilibrio cardiovascular, mientras que una ingesta insuficiente de carbohidratos reduce la disponibilidad energética, limitando la capacidad física. Estrategias adecuadas de hidratación y consumo de carbohidratos no solo mejoran el rendimiento, sino que también modulan respuestas inflamatorias y promueven adaptaciones fisiológicas beneficiosas (Alghannam *et al.*, 2016; Craven *et al.*, 2021).

Esta revisión bibliográfica analiza los impactos metabólicos, inflamatorios y las adaptaciones relacionadas con la hidratación y carbohidratos en triatlones, resaltando su relevancia en deportes de resistencia extrema.

METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología estructurada en forma de tabla con propósitos académicos, acordado por los autores (Tabla 1).

Tabla 1. Metodología descrita por los autores.

Búsqueda de literatura	Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas reconocidas, como PubMed, Nature, Scopus y Web of Science. Esta búsqueda incluyó estudios publicados entre los años 1981 al 2024, relacionados con temas como triatlón, rendimiento deportivo, hidratación, ingesta de carbohidratos, inflamación y biomarcadores metabólicos. Se emplearon términos clave como "triatlón", "hidratación", "suplementación", "inflamación", "biomarcadores cardíacos y musculares" y "adaptaciones inmunológicas".
Tipo de estudios:	Artículos originales, revisiones sistemáticas, metanálisis.
Idiomas:	Inglés y español.
Población:	Triatletas (élite o amateurs) en diversas modalidades.
Estrategias de búsqueda:	La estrategia de búsqueda empleó operadores booleanos para equilibrar exhaustividad y precisión: se usó "triatlón" OR "Ironman" para incluir tanto estudios genéricos como análisis específicos de larga distancia; "hidratación" OR

	“suplementación nutricional” OR “ingesta de carbohidratos” agrupa todas las modalidades de aporte hídrico y energético, y “biomarcadores inflamatorios” OR “biomarcadores metabólicos” OR “estrés oxidativo” abarca los principales dominios de respuesta fisiológica al ejercicio extremo. Al conectar estos tres bloques con AND, se garantizó que los artículos seleccionados aborden simultáneamente la modalidad deportiva, la estrategia nutricional/hídrica y la medición de biomarcadores, focalizando así la revisión en la intersección exacta de los conceptos de interés.
CRITERIOS DE SELECCIÓN	
Criterios de inclusión:	1. Estudios originales, revisiones sistemáticas y metanálisis que aborden triatlones en sus distintas modalidades (distancia corta, olímpica, Ironman). 2. Evaluaciones que analicen hidratación, nutrición y biomarcadores metabólicos e inmunológicos en triatletas.
Criterios de exclusión:	3. Investigaciones enfocadas en deportes de resistencia distintos al triatlón (maratón, ciclismo, natación). 4. Estudios publicados en idiomas diferentes al inglés o español sin traducción accesible.
Interpretación y discusión	Se contrastarán los hallazgos sobre la efectividad de estrategias nutricionales y de hidratación. Además, se analizó cómo las adaptaciones inmunológicas y metabólicas influyen en la recuperación post-ejercicio, y se discutieron las implicaciones clínicas relacionadas con los biomarcadores cardíacos y musculares tras competiciones en diferentes distancias.
Método de selección de estudios:	Se realizó una revisión de estudios experimentales en fisiología del ejercicio, con un enfoque en la hidratación, el consumo de carbohidratos y su relación con el rendimiento físico en triatlón. De un total inicial de 232 artículos identificados mediante la búsqueda en bases de datos científicas, tras una evaluación rigurosa basada en criterios de relevancia y calidad metodológica, se seleccionaron 46 referencias pertinentes para esta revisión.
Factores de la revisión encontrados:	Influencia de la estrategia de hidratación y el consumo de carbohidratos en el rendimiento deportivo, la recuperación metabólica y el estrés oxidativo en deportistas de resistencia. También se consideró el papel de los factores ambientales, como la temperatura y la humedad, en la modulación del rendimiento físico.
Clasificación de estudios:	Los estudios se clasificaron en función de la intervención (protocolos de hidratación y suplementación con carbohidratos), la población estudiada (atletas recreativos versus de élite) y el diseño metodológico (estudios controlados aleatorizados, ensayos de campo y estudios observacionales).

RESULTADOS

Hidratación, carbohidratos y rendimiento en triatlón

El triatlón, compuesto por las disciplinas de natación, ciclismo y carrera, genera una demanda fisiológica y metabólica significativa que varía en función de la duración de la prueba (Jeukendrup, 2011; Jeukendrup et al., 2005; Olcina et al., 2018). Durante estas competencias, los triatletas enfrentan condiciones que incluyen la depleción de glucógeno muscular y hepático, la deshidratación progresiva y alteraciones en el

equilibrio hidroelectrolítico, como la hiponatremia. Asimismo, la hipertermia inducida por el ejercicio prolongado puede desencadenar disfunción termorregulatoria, lo que incrementa el riesgo de lesiones por calor y afecta la homeostasis sistémica, comprometiendo tanto el rendimiento físico como la integridad fisiológica (Hoffman, 2019; Jeukendrup & Baker, 2015; Notley *et al.*, 2024).

La estrategia nutricional previa a la competencia juega un rol crucial en la optimización del rendimiento. Los depósitos de glucógeno, principal sustrato energético durante ejercicios de alta intensidad, deben estar al máximo (Burke *et al.*, 2011; Placentino *et al.*, 2021; Thomas *et al.*, 2016). Si bien la supercompensación tradicional con dietas altas en carbohidratos es ampliamente utilizada, enfoques más recientes sugieren que estrategias nutricionales menos agresivas, combinadas con ajustes específicos en el entrenamiento, pueden ser igual de efectivas (Burke *et al.*, 2011; Jeukendrup, 2017; Podlogar & Wallis, 2022).

Durante la prueba, el ciclismo representa una ventana clave para la reposición de carbohidratos y líquidos. Se recomienda una ingesta de carbohidratos a razón de 60-70 gramos por hora, mediante soluciones isotónicas con concentraciones entre el 5-8%, así como la inclusión de sodio (30-50 mmol/L) para mitigar el riesgo de hiponatremia y favorecer la retención hídrica (Á *et al.*, 2025; Hoffman, 2019). En relación con el equilibrio hídrico, la hipo-hidratación severa (>2% del peso corporal) altera el volumen plasmático, disminuye el flujo sanguíneo cutáneo y reduce la capacidad de disipar el calor, favoreciendo la hipertermia (Goulet, 2012; Johnson, 2010; Simmons *et al.*, 2011).

Adicionalmente, estas condiciones afectan negativamente el vaciamiento gástrico, incrementan la incidencia de síntomas gastrointestinales y exacerban la fatiga periférica (Rehrer *et al.*, 1990; Costa *et al.*, 2020; Karhu *et al.*, 2017). Por otro lado, aunque el agotamiento de glucógeno suele ser el principal limitante metabólico, algunos triatletas presentan adaptaciones que permiten una mayor oxidación de grasas y el uso eficiente de lactato como sustrato energético. Estas respuestas adaptativas subrayan la necesidad de un enfoque personalizado en la planificación nutricional y fisiológica para optimizar tanto el rendimiento como la seguridad en este deporte de resistencia (Howard & Margolis, 2020; Maunder *et al.*, 2018; Purdom *et al.*, 2018).

Impacto inflamatorio y metabólico del triatlón

El triatlón, como deporte de resistencia extrema, induce respuestas fisiológicas y celulares significativas que involucran tanto a las citocinas inflamatorias como a las antiinflamatorias, así como a diversos marcadores metabólicos en los atletas (Peake *et al.*, 2017; Pedersen & Febbraio, 2008). Esta revisión sistemática, que incluyó 10 estudios publicados entre 2000 y 2019, concluye que la práctica de triatlón en sus distintas modalidades, desde distancias cortas hasta Ironman o campeonatos mundiales, induce un aumento agudo de citocinas proinflamatorias (Interleucina 1 [IL-1], Interleucina 6 [IL-6], factor de necrosis tumoral alfa [TNF- α]) y de quimiocinas como la proteína quimioatrayente de monocitos (MCP-1), lo cual refleja una respuesta inmunitaria intensa y la movilización de leucocitos hacia los tejidos sometidos a estrés físico extremo (Gomez-Merino *et al.*, 2006; Suzuki *et al.*, 2006).

En contraste, se identificó una respuesta compensatoria a través de la producción de citocinas antiinflamatorias, particularmente la interleucina-4 (IL-4) y la interleucina-10 (IL-10), especialmente

notoria en las modalidades Ironman y triatlón de distancia larga. Este balance entre citocinas proinflamatorias y antiinflamatorias subraya la capacidad del organismo para modular la inflamación aguda asociada al ejercicio (de Sousa Fernandes *et al.*, 2023; Docherty *et al.*, 2022; Suzuki, 2018).

Asimismo, los marcadores metabólicos indicaron procesos de daño muscular, estrés fisiológico y fatiga (Baskerville *et al.*, 2024; Gama *et al.*, 2022; Proschinger *et al.*, 2021). Entre ellos, se registraron aumentos significativos de la creatina quinasa (CK), el lactato deshidrogenasa (LDH), el cortisol y el ácido láctico en sangre. Estos hallazgos sugieren que la intensidad y la duración del triatlón desencadenan no solo respuestas inflamatorias, sino también adaptaciones metabólicas complejas (de Sousa Fernandes *et al.*, 2023; Momesso Santos *et al.*, 2022; Suzuki *et al.*, 2006).

El aumento de proteínas proinflamatorias como IL-6 o TNF- α durante el triatlón no implica necesariamente daño tisular patológico (Peake *et al.*, 2017; Pedersen & Febbraio, 2008). En el contexto del ejercicio prolongado, estas citocinas actúan como moléculas de señalización metabólica y adaptativa, regulando la disponibilidad de sustratos energéticos, estimulando la lipólisis, y facilitando la comunicación entre tejidos bajo estrés (de Sousa Fernandes *et al.*, 2023; Momesso Santos *et al.*, 2022; Suzuki *et al.*, 2006). Lejos de representar inflamación crónica perjudicial, su expresión transitoria forma parte de una respuesta fisiológica que permite al organismo responder eficazmente a las exigencias del esfuerzo extremo. Esta respuesta es autolimitada y suele resolverse en pocas horas, activando también vías antiinflamatorias compensatorias como IL-10 y TGF- β (Peake *et al.*, 2017; Pedersen & Febbraio, 2008).

Efectos inmunológicos y cardiovasculares en atletas entrenados

El triatlón, como deporte de alta resistencia, produce una interacción compleja entre los sistemas inmunológico, metabólico y cardiovascular de los atletas. Este deporte exige al cuerpo adaptarse a demandas extremas que incluyen inflamación aguda, estrés oxidativo y alteraciones cardiovasculares transitorias, dependiendo de la modalidad y la preparación del deportista (Neubauer *et al.*, 2008; Žarak *et al.*, 2021). En términos inmunológicos, la investigación ha identificado una disminución transitoria en la cantidad de glóbulos blancos, especialmente neutrófilos, después de competiciones de media y larga distancia (Campbell & Turner, 2018; Walzik *et al.*, 2021).

Este fenómeno, atribuido a la apoptosis inducida por el ejercicio, podría aumentar la susceptibilidad a infecciones bacterianas, especialmente en pieles lesionadas o con abrasiones menores. Además, se ha observado una disminución en la inmunoglobulina A, un anticuerpo clave en la defensa de las mucosas, lo que aumenta el riesgo de infecciones del tracto respiratorio superior, particularmente en el periodo postcompetitivo. Curiosamente, estas alteraciones inmunológicas tienden a normalizarse pocos días después de la competición, sugiriendo mecanismos adaptativos del sistema inmunológico (Peake, Neubauer, Walsh, *et al.*, 2017; Vleck *et al.*, 2014).

Este fenómeno podría representar un mecanismo de redistribución inmunológica: el cuerpo prioriza la reparación tisular y la homeostasis post-esfuerzo sobre la vigilancia mucosal. La apoptosis transitoria de neutrófilos y la disminución de IgA reflejan una estrategia adaptativa para conservar recursos energéticos, limitar inflamación excesiva y evitar inmunopatología, reactivando las defensas una vez superado el estrés físico agudo (Campbell & Turner, 2018; Mia & Singh, 2022; Zhou *et al.*, 2025).

Por otro lado, el estrés oxidativo, vinculado a la peroxidación lipídica y al daño muscular, se incrementa significativamente durante eventos prolongados como el Ironman. Sin embargo, atletas mejor entrenados muestran respuestas antioxidantes más robustas, lo que podría mitigar los efectos perjudiciales del ejercicio extremo. Esta capacidad adaptativa parece estar modulada por el nivel de entrenamiento y la preparación específica para la competencia (Mallett & McGrath, 2024; Kawamura & Muraoka, 2018; Thirupathi *et al.*, 2020).

En cuanto a las respuestas cardiovasculares, eventos de larga duración pueden inducir alteraciones transitorias en marcadores de lesión miocárdica, como la troponina cardíaca y el péptido natriurético tipo B, aunque suelen normalizarse en el lapso de una semana. Sin embargo, algunos estudios sugieren que competiciones de alta intensidad y duración prolongada podrían asociarse con disfunción ventricular izquierda temporal y edema pulmonar, particularmente en atletas menos preparados (Hédon *et al.*, 2025; Stavroulakis & George, 2020).

Adaptaciones inmunológicas en el triatlón

El triatlón, como actividad física extrema, desencadena una cascada de eventos inmunológicos que involucran tanto a la respuesta innata como a la adaptativa (Peake *et al.*, 2017; Pedersen & Febbraio, 2008). Durante el ejercicio de alta intensidad, como en las diferentes modalidades de triatlón (Ironman, larga distancia, olímpico, velocidad y nivel élite), se genera un estrés mecánico y metabólico significativo sobre los tejidos, especialmente los músculos esqueléticos, lo que activa las vías inflamatorias (de Sousa Fernandes *et al.*, 2023; Momesso Santos *et al.*, 2022). Inicialmente, el daño muscular y el estrés oxidativo inducen la liberación de patrones moleculares asociados a daño (DAMPs) por las células afectadas. Estos DAMPs son reconocidos por receptores tipo Toll (TLRs) en las células del sistema inmunológico innato, como los macrófagos y las células dendríticas, promoviendo la secreción de citocinas proinflamatorias como la IL-6, el TNF- α y la IL-8. Este fenómeno es especialmente pronunciado en modalidades de alta intensidad como el triatlón olímpico y de velocidad, donde se observaron picos significativos de estas citocinas. La IL-8, además, actúa como quimioatrayente, reclutando neutrófilos hacia los tejidos lesionados, lo que amplifica la inflamación local (Cavalcante *et al.*, 2017; Suzuki *et al.*, 2020; Ziemkiewicz *et al.*, 2021).

Por otro lado, en modalidades de larga duración, como el Ironman, se observa un equilibrio en la respuesta inflamatoria debido a la activación de vías antiinflamatorias compensatorias (Ayari *et al.*, 2023; Chen & He, 2025; de Sousa Fernandes *et al.*, 2023). Los linfocitos T reguladores y los monocitos liberan interleucinas como la IL-4 e IL-10, que suprimen la producción de citocinas proinflamatorias y modulan la actividad de los macrófagos hacia un fenotipo M2 antiinflamatorio (Baskerville *et al.*, 2024; Gama *et al.*, 2022; Proschinger *et al.*, 2021). Este mecanismo contribuye a la resolución de la inflamación y al proceso de reparación tisular (Mia *et al.*, 2014; Muñoz *et al.*, 2020).

En cuanto a los marcadores metabólicos, el estrés fisiológico del triatlón eleva los niveles de cortisol, un glucocorticoide que regula negativamente la inflamación crónica, pero que, en exceso, puede alterar la

homeostasis inmunitaria. También se incrementan enzimas como la CK y la LDH, que son indicativas de daño muscular y estrés metabólico (Brancaccio *et al.*, 2007; Callegari *et al.*, 2017; Mennitti *et al.*, 2020). Adicionalmente, los factores de crecimiento vascular, como el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), una familia de proteínas clave en la angiogénesis y la permeabilidad vascular), aumentan en respuesta a la hipoxia inducida por el ejercicio, facilitando la angiogénesis y la recuperación vascular (Amaral *et al.*, 2001; Birot *et al.*, 2003; Booth & Thomason, 1991).

En síntesis, las modalidades de triatlón inducen respuestas inmunológicas complejas, donde la inflamación aguda, mediada por citocinas proinflamatorias, se equilibra mediante mecanismos antiinflamatorios y adaptaciones metabólicas (Cerqueira *et al.*, 2019; Momesso Santos *et al.*, 2022), asegurando la recuperación y la homeostasis post-ejercicio. Estas respuestas destacan la capacidad del organismo para adaptarse a demandas físicas extremas mediante la interacción de sistemas inmunológicos y metabólicos (Lombardo *et al.*, 2019).

Efectos metabólicos y funcionales del CoQ10

La suplementación con coenzima Q10, conocida como CoQ10, se ha convertido en un tema de interés en la medicina del deporte debido a su papel como cofactor esencial en la producción de energía mitocondrial y su capacidad antioxidante (Fernandes *et al.*, 2023; Ovchinnikov *et al.*, 2022). Un análisis sistemático de 16 estudios seleccionados ha permitido identificar múltiples efectos benéficos de esta molécula en atletas de diversas modalidades deportivas, como triatlón, ciclismo y natación (Emami *et al.*, 2018; Fernandes *et al.*, 2023).

En términos bioquímicos, la CoQ10 actúa reduciendo marcadores de estrés oxidativo, como hidróperóxidos y especies reactivas de oxígeno, mientras aumenta los niveles de actividad antioxidante a través de catalasa y otros mediadores. Este equilibrio REDOX favorece la protección celular frente a los daños acumulativos derivados de entrenamientos intensos y competiciones prolongadas (Gutierrez-Mariscal *et al.*, 2020; Quinzii *et al.*, 2010).

Por otro lado, se observó una mejora en los parámetros hepáticos con disminuciones significativas de enzimas como la alanina aminotransferasa (ALT) y el aspartato aminotransferasa (AST). Estos hallazgos sugieren una protección contra el daño hepático inducido por el ejercicio, lo cual es especialmente relevante para atletas sometidos a altas cargas metabólicas (Fernandes *et al.*, 2023; Soleimani Damaneh *et al.*, 2023). En el ámbito funcional, la suplementación de CoQ10 demostró beneficios específicos en el rendimiento anaeróbico, evidenciados por un aumento en la fuerza muscular, el trabajo total y el tiempo hasta alcanzar el umbral anaeróbico. Sin embargo, no se reportaron cambios significativos en la composición corporal ni en el rendimiento aeróbico, lo que indica que los efectos del CoQ10 pueden estar más relacionados con la potencia explosiva y la recuperación muscular que con el consumo máximo de oxígeno (Fernandes *et al.*, 2023; Sarmiento *et al.*, 2016).

De forma general, los resultados sugieren que la CoQ10 es una herramienta útil para mejorar parámetros fisiológicos clave en atletas. A pesar de la variabilidad en las dosis y duraciones de los protocolos estudiados, su capacidad para mitigar el estrés oxidativo y optimizar el metabolismo energético la

posiciona como un suplemento prometedor para quienes buscan maximizar su rendimiento físico y proteger su salud a largo plazo (Drobnic *et al.*, 2022; Sarmiento *et al.*, 2016).

Biomarcadores cardíacos y musculares tras triatlón

Un estudio (*Changes of cardiac biomarkers after ultradistance and standard-distance triathlon*) investigó los efectos del triatlón en biomarcadores relacionados con el daño muscular y cardíaco, comparando el impacto de triatlones de distancia estándar y ultradistancia en triatletas masculinos (Le Goff *et al.*, 2022; Park & Kwak, 2019). Se encontró que las pruebas de ultradistancia ejercen un mayor impacto sobre los tejidos musculares en comparación con las pruebas de menor duración, un hallazgo respaldado por el incremento significativo de ciertos biomarcadores en la sangre (Martínez-Navarro *et al.*, 2020; Partyka & Waśkiewicz, 2021; Tiller & Millet, 2025). Este análisis demuestra que los triatlones de ultradistancia generan un impacto muscular significativamente mayor en comparación con las distancias estándar, sin evidencia de daño cardíaco clínicamente relevante (Martínez-Navarro *et al.*, 2020; Park & Kwak, 2019; Vleck *et al.*, 2014). Entre los marcadores analizados, la CK, la mioglobina y el LDH, conocidos indicadores de daño muscular mostraron aumentos significativos tras ambas modalidades de triatlón. Sin embargo, estos incrementos fueron notablemente más elevados en los triatlones de ultradistancia, tanto al finalizar la carrera como durante la fase de recuperación (Alkhatib *et al.*, 2020; Areces *et al.*, 2015; Park & Kwak, 2019). Este resultado refleja la mayor exigencia física y metabólica asociada a las distancias prolongadas, las cuales demandan una intensa participación del sistema muscular esquelético (Alkhatib *et al.*, 2020; Park & Kwak, 2019).

Por otro lado, los biomarcadores cardíacos revelaron un panorama diferente. La isoenzima MB de la creatina quinasa (CK-MB: en español es creatina quinasa músculo-cerebro), asociada a la función cardíaca, aumentó significativamente después de las carreras en ambas distancias, pero no se observaron diferencias relevantes entre las pruebas de distancia estándar y ultradistancia (Alkhatib *et al.*, 2020; Areces *et al.*, 2015; Park & Kwak, 2019). Además, un dato importante fue que los niveles de troponina T cardíaca (cTnT), un marcador altamente específico de daño miocárdico, permanecieron estables en ambas modalidades. Este hallazgo sugiere que, en atletas entrenados, la duración y la intensidad del ejercicio no alcanzaron niveles suficientes para desencadenar daño cardíaco medible (Alkhatib *et al.*, 2020; Areces *et al.*, 2015; Park & Kwak, 2019).

Adicionalmente, el estudio reportó un aumento en los niveles de cortisol y ácidos grasos libres (FFA) tras la competición, especialmente en triatlones de ultradistancia. No obstante, estas diferencias disminuyeron durante la fase de recuperación, lo que indica una adecuada adaptación fisiológica al estrés generado por el ejercicio (Alves *et al.*, 2020; Cho *et al.*, 2023; Colling *et al.*, 2023; Wigernaes *et al.*, 2001).

Entrenamiento de fuerza en adultos mayores

El envejecimiento se asocia con una disminución en los niveles de actividad física, lo cual contribuye a cambios desfavorables en la composición corporal, como el aumento de la masa grasa y la reducción de la masa muscular (González-Rocha *et al.*, 2022; Hyvärinen *et al.*, 2025). Este fenómeno incrementa el riesgo de desarrollar condiciones metabólicas adversas y una inflamación de bajo grado. Para mitigar estos

efectos, se ha propuesto el entrenamiento de fuerza como una estrategia eficaz. Este estudio investigó el impacto de la frecuencia del entrenamiento de resistencia en adultos mayores saludables, evaluando cambios en la composición corporal, el perfil lipídico y los marcadores inflamatorios (González-Rocha *et al.*, 2022; Ihalainen *et al.*, 2019; Turpela *et al.*, 2017).

Determinó que entrenar al menos dos veces por semana es eficaz para mejorar la composición corporal y el perfil lipídico en adultos mayores saludables, aunque los mayores beneficios se observaron con tres sesiones semanales. La frecuencia del entrenamiento, sin embargo, no tuvo un impacto sustancial sobre los marcadores de inflamación o el metabolismo glucémico (González-Rocha *et al.*, 2022; Ihalainen *et al.*, 2019; Turpela *et al.*, 2017).

A lo largo de seis meses, 92 participantes de entre 65 y 75 años fueron asignados aleatoriamente a uno de cuatro grupos: entrenamiento una, dos o tres veces por semana, y un grupo control sin entrenamiento (Ihalainen *et al.*, 2019; Turpela *et al.*, 2017). Se utilizó absorciometría por rayos X de doble energía para medir la composición corporal, mientras que muestras de sangre en ayuno se analizaron antes y después de la intervención. Entre los hallazgos destacados, los participantes que entrenaron tres veces por semana presentaron reducciones significativas en la masa grasa total y abdominal, además de una disminución en los niveles de lipoproteína de baja densidad (LDL) y un aumento de la lipoproteína de alta densidad (HDL) en todos los grupos de entrenamiento (Schwartz *et al.*, 1991, 1992).

En términos de inflamación, los resultados indicaron que las personas con niveles elevados de IL-6 y proteína C reactiva de alta sensibilidad (PCR-as) al inicio del estudio experimentaron las mayores mejoras, independientemente de la frecuencia del entrenamiento. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en otros marcadores inflamatorios o en el perfil glucémico según la frecuencia (González-Rocha *et al.*, 2022; Ihalainen *et al.*, 2019; Turpela *et al.*, 2017).

Triatlón en adultos mayores: transformación

La participación de adultos mayores en programas de entrenamiento personalizados para completar un triatlón genera experiencias transformadoras que abarcan el bienestar físico, psicológico y social. Este estudio cualitativo exploró las vivencias de 14 adultos noruegos, con una edad mediana de 70 años en hombres y 57.5 años en mujeres, quienes se sometieron a un programa de tres meses que incluyó sesiones semanales de natación, ciclismo y carrera (Di Lorito *et al.*, 2021; Johansen *et al.*, 2021; Neubauer *et al.*, 2008; O'Toole & Douglas, 1995). Además, los participantes asistieron a seminarios sobre nutrición deportiva y psicología competitiva. Estos hallazgos evidencian que el entrenamiento personalizado no solo promueve la aptitud física, sino que también refuerza el bienestar integral en adultos mayores (Käch *et al.*, 2018; Lepers *et al.*, 2013; Millet *et al.*, 2002). Los resultados mostraron mejoras significativas en todas las pruebas de campo. En el ciclismo, la potencia media aumentó un 9.3%, mientras que los tiempos en carrera y natación se redujeron en un 7% y un 13.9%, respectivamente. Aunque en las pruebas de laboratorio la velocidad al segundo umbral de lactato no mostró cambios estadísticamente significativos, el progreso general en la condición física destacó la efectividad del programa (Johansen *et al.*, 2021; Käch *et al.*, 2018).

Desde una perspectiva cualitativa, tres temas principales emergieron: motivación, progreso y superación de barreras (Johansen *et al.*, 2021; Käch *et al.*, 2018). La motivación se asoció con el disfrute del deporte, la interacción social y la relajación mental. Los participantes destacaron cómo la actividad física no solo mejoró su estado físico, sino que también se convirtió en un pilar de su bienestar emocional. El progreso se manifestó en el aprendizaje continuo y el acompañamiento profesional, lo que brindó confianza para enfrentar desafíos. Por último, la superación de barreras subrayó cómo vencer el miedo al agua o la inseguridad en el ciclismo se tradujo en sentimientos de logro y una notable sensación de euforia (Johansen *et al.*, 2021; Lepers *et al.*, 2013).

Determinantes del desempeño en triatlón

En el marco de las competencias Ironman 70.3, que combinan natación, ciclismo y carrera, determinar la disciplina que más influye en el desempeño general es crucial para el diseño de estrategias competitivas (Knechtle *et al.*, 2014; Nikolaidis *et al.*, 2023; Weiss *et al.*, 2024). Este análisis incluyó a 823,459 atletas de ambos sexos, clasificados en grupos de edad de 18 a 75 años o más, desde 2004 hasta 2020. A través de regresión lineal múltiple y análisis de varianza de dos vías, se identificó que, aunque no se evidenciaron diferencias significativas entre las contribuciones individuales de las disciplinas en los modelos de regresión, los análisis de correlación revelaron que las divisiones de ciclismo y carrera tienen una mayor asociación con los tiempos totales de la competencia en comparación con la natación (Nikolaidis *et al.*, 2023).

En particular, la carrera mostró una correlación más alta con el tiempo global (0.89 en mujeres y 0.90 en hombres) en comparación con el ciclismo (0.87 y 0.86, respectivamente) y la natación (0.394 en ambos casos). Este hallazgo se sustenta en la mayor influencia de las fases terrestres, mientras que la natación exhibió un menor impacto relativo y una brecha de rendimiento más pequeña entre hombres y mujeres, especialmente en mayores de 50 años (Knechtle *et al.*, 2014; Nikolaidis *et al.*, 2023; Weiss *et al.*, 2024). Por otro lado, el ciclismo demostró una estabilidad superior en su rendimiento a lo largo de los diferentes grupos de edad, en comparación con la carrera y la natación, cuyos tiempos disminuyen más rápidamente con la edad. De hecho, el declive relacionado con la edad en el ciclismo comienza más tarde (34 años en hombres y 35 años en mujeres) que en las otras disciplinas. En síntesis, la planificación táctica de los triatletas Ironman 70.3 debe priorizar la optimización del ciclismo y la carrera, considerando que estas disciplinas tienen el mayor peso predictivo en el rendimiento total, mientras la natación, aunque importante, ocupa un rol secundario (Knechtle *et al.*, 2014; Nikolaidis *et al.*, 2023; Weiss *et al.*, 2024).

El triatlón, como deporte de alta resistencia, genera efectos notables en los sistema inmunológico y cardiovascular. Se observaron disminuciones transitorias en glóbulos blancos y en inmunoglobulina A, lo que aumenta la susceptibilidad a infecciones, especialmente en el tracto respiratorio superior. Sin embargo, estas alteraciones se normalizan en pocos días, reflejando la capacidad adaptativa del sistema inmunológico. En cuanto al estrés oxidativo, los atletas mejor entrenados presentan respuestas antioxidantes más robustas, mitigando el daño muscular y lipídico (Hauswirth & Lehénaff, 2001; O'Keefe *et al.*, 2012).

A nivel cardiovascular, se detectaron alteraciones transitorias en marcadores como troponina y péptidos natriuréticos tras competencias prolongadas, aunque sin evidencia de daño clínicamente relevante. En general, los atletas bien preparados muestran una recuperación eficiente y mecanismos adaptativos que optimizan su respuesta fisiológica (de Sousa Fernandes *et al.*, 2023; Gillum *et al.*, 2006; Neubauer *et al.*, 2008)

DISCUSIÓN

La presente revisión evidencia que el triatlón, en sus distintas modalidades de resistencia extrema, desencadena respuestas fisiológicas integradas que involucran sistemas inmunológico, metabólico y cardiovascular. En primer lugar, el aumento agudo de citocinas proinflamatorias (IL-1, IL-6, TNF- α) junto con la elevación compensatoria de IL-4 e IL-10 refleja un equilibrio dinámico entre inflamación y resolución tisular, confirmando la capacidad del organismo para modular su respuesta inmunitaria frente al estrés extremo. Simultáneamente, los marcadores de daño muscular (CK, LDH) y de estrés oxidativo muestran que la magnitud de la respuesta metabólica depende tanto de la duración de la prueba como del nivel de entrenamiento, sugiriendo adaptaciones que favorecen la utilización de sustratos alternativos y la eficacia antioxidante. Por último, las alteraciones transitorias en troponina cardíaca y péptidos natriuréticos evidencian que, a pesar del incremento en biomarcadores de lesión miocárdica, los atletas bien entrenados toleran estas variaciones sin presentar daño clínicamente significativo.

No obstante, esta revisión cuenta con limitaciones que deben considerarse. La heterogeneidad en los protocolos de suplementación, las diferencias en el momento de toma de muestras y la variabilidad en la experiencia de los sujetos reducen la comparabilidad directa entre estudios. Asimismo, la mayoría de las investigaciones se ha centrado en varones, lo que limita la generalización de los hallazgos a atletas femeninas. La ausencia de datos a largo plazo también impide evaluar posibles efectos crónicos de la exposición repetida a eventos de ultra distancia.

En este contexto, futuras investigaciones deberían estandarizar protocolos de hidratación y nutrición, incorporar muestras equilibradas por sexo y edad, y extender el seguimiento más allá de las 24–48 horas post competición para dilucidar las adaptaciones a medio y largo plazo. Además, resulta oportuno explorar el papel de nuevas tecnologías, como biosensores continuos y análisis de metabolómica, para mejorar la precisión en la monitorización de respuestas fisiológicas durante y tras la competencia. Desde un punto de vista práctico, estos resultados subrayan la importancia de diseñar estrategias nutrimentales y de recuperación personalizadas, que optimicen la reposición de glucógeno, regulen la inflamación y minimicen el estrés oxidativo, especialmente en pruebas de ultra distancia. Teóricamente, la interacción entre sistemas revela un modelo de “respuesta sistémica integrada” al ejercicio extremo, planteando nuevas preguntas sobre la comunicación hígado-músculo-inmune y sobre la base molecular de la resiliencia atlética.

CONCLUSIÓN

El triatlón, como disciplina extrema, induce respuestas fisiológicas complejas que abarcan inflamación aguda, estrés oxidativo y alteraciones cardiovasculares transitorias. Los atletas bien entrenados

demuestran una notable capacidad adaptativa que permite mitigar estos efectos y mantener la homeostasis. Si bien los riesgos de infecciones y daño muscular son mayores tras pruebas de larga distancia, la recuperación eficiente sugiere que los mecanismos compensatorios del organismo responden adecuadamente. En consecuencia, la planificación del entrenamiento, el monitoreo de biomarcadores y las estrategias de recuperación son esenciales para optimizar el rendimiento y preservar la salud a largo plazo en triatletas.

Por otra parte, la presencia de moléculas proinflamatorias en el contexto del triatlón no debe interpretarse como un signo de patología clínica, sino como parte de un proceso fisiológico de adaptación al estrés. En atletas entrenados, el sistema inmunológico interpreta estas señales como mensajes moleculares que activan vías de expresión relacionadas con resistencia, tolerancia al esfuerzo, depresión selectiva de ciertas líneas celulares y priorización de la reparación tisular. Esta respuesta regulada permite mantener la homeostasis sin comprometer la inmunocompetencia.

Por tanto, equiparar los niveles de estos biomarcadores a los observados en pacientes críticos en unidades de cuidado intensivo (UCI) es un error conceptual, por otra parte, el contexto fisiológico y la respuesta adaptativa son radicalmente diferentes. En UCI, los niveles de IL-6, TNF- α o cortisol reflejan desregulación inmune sistémica sostenida, asociada con daño orgánico, hipoperfusión e incapacidad de resolución inflamatoria. En contraste, en triatletas, estas moléculas son parte de un pulso transitorio, autorregulado y funcional.

Intereses en competencia: Los autores declaran no tener ningún interés en conflicto relacionado con el contenido de este trabajo.

Contribuciones: Los autores participaron activamente en la redacción del manuscrito y en el diseño de la estructura del tema. La investigación no contó con financiación externa. Todos los autores revisaron y aprobaron el contenido final del manuscrito.

Publicación: El presente no ha sido presentado como comunicación oral-escrita en ningún congreso o evento científico.

REFERENCIAS

- Á, M.-O., Ma, R.-R., J, M.-A., & J, C.-G. (2025). Triathlon: Ergo Nutrition for Training, Competing, and Recovering. *Nutrients*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/nu17111846>
- Alghannam, A. F., Jedrzejewski, D., Bilzon, J., Thompson, D., Tsintzas, K., & Betts, J. A. (2016). Influence of Post-Exercise Carbohydrate-Protein Ingestion on Muscle Glycogen Metabolism in Recovery and Subsequent Running Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(6), 572-580. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0021>
- Alkhatib, A., Feng, W.-H., Huang, Y.-J., Kuo, C.-H., & Hou, C.-W. (2020). Anserine Reverses Exercise-Induced Oxidative Stress and Preserves Cellular Homeostasis in Healthy Men. *Nutrients*, 12(4), 1146. <https://doi.org/10.3390/nu12041146>

- Alves, J., Toro, V., Barrientos, G., Bartolomé, I., Muñoz, D., & Maynar, M. (2020). Hormonal Changes in High-Level Aerobic Male Athletes during a Sports Season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5833. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165833>
- Amaral, S. L., Papanek, P. E., & Greene, A. S. (2001). Angiotensin II and VEGF are involved in angiogenesis induced by short-term exercise training. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, 281(3), H1163-1169. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.2001.281.3.H1163>
- Areces, F., González-Millán, C., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., Lara, B., Gallo-Salazar, C., Ruiz-Vicente, D., & Del Coso, J. (2015). Changes in Serum Free Amino Acids and Muscle Fatigue Experienced during a Half-Ironman Triathlon. *PLoS One*, 10(9), e0138376. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138376>
- Ayari, S., Abellard, A., Carayol, M., Guedj, É., & Gavarry, O. (2023). A systematic review of exercise modalities that reduce pro-inflammatory cytokines in humans and animals' models with mild cognitive impairment or dementia. *Experimental Gerontology*, 175, 112141. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112141>
- Baskerville, R., Castell, L., & Berman, S. (2024). Sports and Immunity, from the recreational to the elite athlete. *Infectious Diseases Now*, 54(4, Supplement), 104893. <https://doi.org/10.1016/j.idnow.2024.104893>
- Biro, O. J. G., Koulmann, N., Peinnequin, A., & Bigard, X. A. (2003). Exercise-induced expression of vascular endothelial growth factor mRNA in rat skeletal muscle is dependent on fibre type. *The Journal of Physiology*, 552(Pt 1), 213-221. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.043026>
- Booth, F. W., & Thomason, D. B. (1991). Molecular and cellular adaptation of muscle in response to exercise: Perspectives of various models. *Physiological Reviews*, 71(2), 541-585. <https://doi.org/10.1152/physrev.1991.71.2.541>
- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 81-82, 209-230. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29 Suppl 1, S17-27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Callegari, G. A., Novaes, J. S., Neto, G. R., Dias, I., Garrido, N. D., & Dani, C. (2017). Creatine Kinase and Lactate Dehydrogenase Responses after Different Resistance and Aerobic Exercise Protocols. *Journal of Human Kinetics*, 58, 65-72. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0071>
- Campbell, J. P., & Turner, J. E. (2018). Debunking the Myth of Exercise-Induced Immune Suppression: Redefining the Impact of Exercise on Immunological Health Across the Lifespan. *Frontiers in Immunology*, 9, 648. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00648>
- Cavalcante, P. A. M., Gregnani, M. F., Henrique, J. S., Ornellas, F. H., & Araújo, R. C. (2017). Aerobic but not Resistance Exercise Can Induce Inflammatory Pathways via Toll-Like 2 and 4: A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 3(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0111-2>
- Cerqueira, É., Marinho, D. A., Neiva, H. P., & Lourenço, O. (2019). Inflammatory Effects of High and Moderate Intensity Exercise-A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 10, 1550. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01550>
- Chen, H., & He, S. (2025). Duration adaptation depends on the perceived rather than physical duration and can be observed across sensory modalities. *Perception*, 54(3), 180-195. <https://doi.org/10.1177/03010066251314184>
- Colling, C., Bredella, M. A., Fazeli, P. K., Pachón-Peña, G., Singh, R. J., Rosen, C. J., & Miller, K. K. (2023). Changes in serum cortisol levels after 10 days of overfeeding and fasting. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 324(6), E506-E513. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00181.2022>
- Costa, R. J. S., Gaskell, S. K., McCubbin, A. J., & Snipe, R. M. J. (2020). Exertional-heat stress-associated gastrointestinal perturbations during Olympic sports: Management strategies for athletes preparing and competing in the 2020 Tokyo Olympic Games. *Temperature (Austin, Tex.)*, 7(1), 58-88. <https://doi.org/10.1080/23328940.2019.1597676>
- Craven, J., Desbrow, B., Sabapathy, S., Bellinger, P., McCartney, D., & Irwin, C. (2021). The Effect of Consuming Carbohydrate With and Without Protein on the Rate of Muscle Glycogen Re-synthesis During Short-Term Post-exercise Recovery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00297-0>

- de Sousa Fernandes, M. S., Gomes, J. M., Aidar, F. J., Thuany, M., Filgueira, T. O., de Souza, R. F., Badicu, G., Yagin, F. H., Greco, G., Cataldi, S., Castoldi, A., Alghannam, A. F., & Souto, F. O. (2023). Impacts of different triathlon races on systemic cytokine profile and metabolic parameters in healthy individuals: A systematic review. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 15(1), 147. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00763-8>
- Di Lorito, C., Long, A., Byrne, A., Harwood, R. H., Gladman, J. R. F., Schneider, S., Logan, P., Bosco, A., & van der Wardt, V. (2021). Exercise interventions for older adults: A systematic review of meta-analyses. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 29-47. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.003>
- Docherty, S., Harley, R., McAuley, J. J., Crowe, L. A. N., Pedret, C., Kirwan, P. D., Siebert, S., & Millar, N. L. (2022). The effect of exercise on cytokines: Implications for musculoskeletal health: a narrative review. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 14(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00397-2>
- Drobnic, F., Lizarraga, M. A., Caballero-García, A., & Cordova, A. (2022). Coenzyme Q10 Supplementation and Its Impact on Exercise and Sport Performance in Humans: A Recovery or a Performance-Enhancing Molecule? *Nutrients*, 14(9), 1811. <https://doi.org/10.3390/nu14091811>
- Effect of Endurance Exercise on Markers of Oxidative Stress: A Systematic Review | Journal of Science in Sport and Exercise*. (s. f.). Recuperado 24 de julio de 2025, de <https://link.springer.com/article/10.1007/s42978-024-00305-9>
- Emami, A., Tofighi, A., Asri-Rezaei, S., & Bazargani-Gilani, B. (2018). The effect of short-term coenzyme Q10 supplementation and pre-cooling strategy on cardiac damage markers in elite swimmers. *The British Journal of Nutrition*, 119(4), 381-390. <https://doi.org/10.1017/S0007114517003774>
- Fernandes, M. S. de S., Fidelis, D. E. da S., Aidar, F. J., Badicu, G., Greco, G., Cataldi, S., Santos, G. C. J., de Souza, R. F., & Ardigò, L. P. (2023). Coenzyme Q10 Supplementation in Athletes: A Systematic Review. *Nutrients*, 15(18), 3990. <https://doi.org/10.3390/nu15183990>
- Gama, J. F. G., Romualdo, R. D., de Assis, M. L., de Oliveira, L. M., Quírico-Santos, T., Alves, L. A., & Lagrota-Candido, J. (2022). Role of Regulatory T Cells in Skeletal Muscle Regeneration: A Systematic Review. *Biomolecules*, 12(6), 817. <https://doi.org/10.3390/biom12060817>
- Gillum, T. L., Dumke, C. L., & Ruby, B. C. (2006). Muscle glycogenolysis and resynthesis in response to a half Ironman triathlon: A case study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(4), 408-413. <https://doi.org/10.1123/ijssp.1.4.408>
- Gomez-Merino, D., Drogou, C., Guezennec, C. Y., Burnat, P., Bourrilhon, C., Tomaszewski, A., Milhau, S., & Chennaoui, M. (2006). Comparison of systemic cytokine responses after a long distance triathlon and a 100-km run: Relationship to metabolic and inflammatory processes. *European Cytokine Network*, 17(2), 117-124.
- González-Rocha, A., Mendez-Sanchez, L., Ortiz-Rodríguez, M. A., & Denova-Gutiérrez, E. (2022). Effect Of Exercise on Muscle Mass, Fat Mass, Bone Mass, Muscular Strength and Physical Performance in Community Dwelling Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis. *Aging and Disease*, 13(5), 1421-1435. <https://doi.org/10.14336/AD.2022.0215>
- Goulet, E. D. B. (2012). Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutrition Reviews*, 70 Suppl 2, S132-136. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00530.x>
- Hauswirth, C., & Lehénaff, D. (2001). Physiological demands of running during long distance runs and triathlons. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(9), 679-689. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131090-00004>
- Hédon, C., Gouzi, F., Padovani, C., Schuster, I., Maufrais, C., Cade, S., Cransac, F., Bui, G., Morcillo, S., Ayoub, B., Thireau, J., Izem, O., Reboul, C., Walther, G., Hayot, M., Nottin, S., & Cazorla, O. (2025). Cardiac Fatigue in Male Athletes with Exercise-Induced Pulmonary Impairments After a Very Long-Distance Triathlon. *Sports Medicine*, 55(3), 739-751. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02128-8>
- Hoffman, M. D. (2019). Proper Hydration During Ultra-endurance Activities. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 27(1), 8-14. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000229>
- Howard, E. E., & Margolis, L. M. (2020). Intramuscular Mechanisms Mediating Adaptation to Low-Carbohydrate, High-Fat Diets during Exercise Training. *Nutrients*, 12(9), 2496. <https://doi.org/10.3390/nu12092496>
- Hyvärinen, M., Kankaanpää, A., Rantalainen, T., Rantanen, T., Laakkonen, E. K., & Karavirta, L. (2025). Body composition and functional capacity as determinants of physical activity in middle-aged and older adults: A

- cross-sectional analysis. *European Review of Aging and Physical Activity*, 22(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s11556-025-00372-z>
- Ihalainen, J. K., Inglis, A., Mäkinen, T., Newton, R. U., Kainulainen, H., Kyröläinen, H., & Walker, S. (2019). Strength Training Improves Metabolic Health Markers in Older Individual Regardless of Training Frequency. *Frontiers in Physiology*, 10, 32. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00032>
- Impellizzeri, F. M., Shrier, I., McLaren, S. J., Coutts, A. J., McCall, A., Slaterry, K., Jeffries, A. C., & Kalkhoven, J. T. (2023). Understanding Training Load as Exposure and Dose. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(9), 1667-1679. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01833-0>
- Jeukendrup, A. E. (2011). Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences*, 29 Suppl 1, S91-99. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.610348>
- Jeukendrup, A. E. (2017). Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(Suppl 1), 51-63. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0694-2>
- Jeukendrup, A. E., Jentjens, R. L. P. G., & Moseley, L. (2005). Nutritional considerations in triathlon. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(2), 163-181. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535020-00005>
- Johansen, B. T., Brynjulfssen, T., Lohne Seiler, H., Klungland Torstveit, M., & Berntsen Stølevik, S. (2021). Experiences of Older Adults Preparing for Their First Triathlon: «A Qualitative Study of the Participation in an Endurance Training Intervention.» *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 16(1), 1872824. <https://doi.org/10.1080/17482631.2021.1872824>
- Johnson, J. M. (2010). Exercise in a hot environment: The skin circulation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20 Suppl 3, 29-39. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01206.x>
- Käch, I. W., Rüst, C. A., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2018). The Age-Related Performance Decline in Ironman Triathlon Starts Earlier in Swimming Than in Cycling and Running. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 379-395. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001796>
- Karhu, E., Forsgård, R. A., Alanko, L., Alfthan, H., Pussinen, P., Hämäläinen, E., & Korpela, R. (2017). Exercise and gastrointestinal symptoms: Running-induced changes in intestinal permeability and markers of gastrointestinal function in asymptomatic and symptomatic runners. *European Journal of Applied Physiology*, 117(12), 2519-2526. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3739-1>
- Kawamura, T., & Muraoka, I. (2018). Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 7(9), 119. <https://doi.org/10.3390/antiox7090119>
- Knechtle, B., Zingg, M. A., Rosemann, T., & Rüst, C. A. (2014). Sex difference in top performers from Ironman to double deca iron ultra-triathlon. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5, 159-172. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S65977>
- Le Goff, C., Gergelé, L., Seidel, L., Cavalier, E., & Kaux, J.-F. (2022). Mountain Ultra-Marathon (UTMB) Impact on Usual and Emerging Cardiac Biomarkers. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9, 856223. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.856223>
- Lepers, R., Knechtle, B., & Stapley, P. J. (2013). Trends in Triathlon Performance: Effects of Sex and Age. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(9), 851-863. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0067-4>
- Lombardo, B., Izzo, V., Terracciano, D., Ranieri, A., Mazzaccara, C., Fimiani, F., Cesaro, A., Gentile, L., Leggiero, E., Pero, R., Izzo, B., D'Alicandro, A. C., Ercolini, D., D'Alicandro, G., Frisso, G., Pastore, L., Calabrò, P., & Scudiero, O. (2019). Laboratory medicine: Health evaluation in elite athletes. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 57(10), 1450-1473. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-1107>
- Martínez-Navarro, I., Sanchez-Gómez, J. M., Aparicio, I., Priego-Quesada, J. I., Pérez-Soriano, P., Collado, E., Hernando, B., & Hernando, C. (2020). Effect of mountain ultramarathon distance competition on biochemical variables, respiratory and lower-limb fatigue. *PloS One*, 15(9), e0238846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238846>
- Mauder, E., Plews, D. J., & Kilding, A. E. (2018). Contextualising Maximal Fat Oxidation During Exercise: Determinants and Normative Values. *Frontiers in Physiology*, 9, 599. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00599>
- Mennitti, C., Brancaccio, M., Gentile, L., Ranieri, A., Terracciano, D., Cennamo, M., La Civita, E., Liotti, A., D'Alicandro, G., Mazzaccara, C., Frisso, G., Pero, R., Lombardo, B., & Scudiero, O. (2020). Athlete's Passport: Prevention

- of Infections, Inflammations, Injuries and Cardiovascular Diseases. *Journal of Clinical Medicine*, 9(8), 2540. <https://doi.org/10.3390/jcm9082540>
- Mia, M. M., & Singh, M. K. (2022). Emerging roles of the Hippo signaling pathway in modulating immune response and inflammation-driven tissue repair and remodeling. *The FEBS Journal*, 289(14), 4061-4081. <https://doi.org/10.1111/febs.16449>
- Mia, S., Warnecke, A., Zhang, X.-M., Malmström, V., & Harris, R. A. (2014). An optimized protocol for human M2 macrophages using M-CSF and IL-4/IL-10/TGF- β yields a dominant immunosuppressive phenotype. *Scandinavian Journal of Immunology*, 79(5), 305-314. <https://doi.org/10.1111/sji.12162>
- Millet, G. P., Candau, R. B., Barbier, B., Busso, T., Rouillon, J. D., & Chatard, J. C. (2002). Modelling the transfers of training effects on performance in elite triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 23(1), 55-63. <https://doi.org/10.1055/s-2002-19276>
- Momesso Santos, C. M., Amaral, J. B., Rossi, M., Viera, R. P., Abad, C. C. C., & Bachi, A. L. L. (2022). Metabolic and immune/inflammatory alterations induced by a triathlon under extreme conditions. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 915343. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.915343>
- Muñoz, J., Akhavan, N. S., Mullins, A. P., & Arjmandi, B. H. (2020). Macrophage Polarization and Osteoporosis: A Review. *Nutrients*, 12(10), 2999. <https://doi.org/10.3390/nu12102999>
- Neubauer, O., König, D., & Wagner, K.-H. (2008). Recovery after an Ironman triathlon: Sustained inflammatory responses and muscular stress. *European Journal of Applied Physiology*, 104(3), 417-426. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0787-6>
- Nikolaidis, P. T., Valero, D., Weiss, K., Villiger, E., Thuany, M., Sousa, C. V., Andrade, M., & Knechtle, B. (2023). Predicting overall performance in Ironman 70.3 age group triathletes through split disciplines. *Scientific Reports*, 13(1), 11492. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38181-y>
- Notley, S. R., Mitchell, D., & Taylor, N. A. S. (2024). A century of exercise physiology: Concepts that ignited the study of human thermoregulation. Part 3: Heat and cold tolerance during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 124(1), 1-145. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05276-3>
- Nutrition and Performance in Sport—Topic 1. Carbohydrate, sports drinks and performance: Strategies for Olympic sports—INSEP-Éditions.* (s. f.). Recuperado 23 de julio de 2025, de https://books.openedition.org/insep/1790?lang=en&utm_source=chatgpt.com
- O’Keefe, J. H., Patil, H. R., Lavie, C. J., Magalski, A., Vogel, R. A., & McCullough, P. A. (2012). Potential adverse cardiovascular effects from excessive endurance exercise. *Mayo Clinic Proceedings*, 87(6), 587-595. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2012.04.005>
- Olcina, G., Timón, R., Brazo-Sayavera, J., Martínez-Guardado, I., Marcos-Serrano, M., & Crespo, C. (2018). Changes in physiological and performance variables in non-professional triathletes after taking part in an Olympic distance triathlon. *Research in Sports Medicine (Print)*, 26(3), 323-331. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1447472>
- O’Toole, M. L., & Douglas, P. S. (1995). Applied physiology of triathlon. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 19(4), 251-267. <https://doi.org/10.2165/00007256-199519040-00003>
- Park, C. H., & Kwak, Y.-S. (2019). Changes of cardiac biomarkers after ultradistance and standard-distance triathlon. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(2), 254-257. <https://doi.org/10.12965/jer.1938092.046>
- Partyka, A., & Waśkiewicz, Z. (2021). The Consequences of Training and Competition to the Musculoskeletal System in Ultramarathon Runners: A Narrative Review. *Frontiers in Physiology*, 12, 738665. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.738665>
- Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 122(3), 559-570. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00971.2016>
- Peake, J. M., Neubauer, O., Walsh, N. P., & Simpson, R. J. (2017). Recovery of the immune system after exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 122(5), 1077-1087. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00622.2016>
- Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2008). Muscle as an endocrine organ: Focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiological Reviews*, 88(4), 1379-1406. <https://doi.org/10.1152/physrev.90100.2007>

- Placentino, U., Sogari, G., Viscecchia, R., De Devitiis, B., & Monacis, L. (2021). The New Challenge of Sports Nutrition: Accepting Insect Food as Dietary Supplements in Professional Athletes. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(5), 1117. <https://doi.org/10.3390/foods10051117>
- Podlogar, T., & Wallis, G. A. (2022). New Horizons in Carbohydrate Research and Application for Endurance Athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(Suppl 1), 5-23. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01757-1>
- Proschinger, S., Winker, M., Joisten, N., Bloch, W., Palmowski, J., & Zimmer, P. (2021). The effect of exercise on regulatory T cells: A systematic review of human and animal studies with future perspectives and methodological recommendations. *Exercise Immunology Review*, 27, 142-166.
- Purdum, T., Kravitz, L., Dokladny, K., & Mermier, C. (2018). Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, 3. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0207-1>
- Quinzii, C. M., López, L. C., Gilkerson, R. W., Dorado, B., Coku, J., Naini, A. B., Lagier-Tourenne, C., Schuelke, M., Salvati, L., Carrozzo, R., Santorelli, F., Rahman, S., Tazir, M., Koenig, M., DiMauro, S., & Hirano, M. (2010). Reactive oxygen species, oxidative stress, and cell death correlate with level of CoQ10 deficiency. *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 24(10), 3733-3743. <https://doi.org/10.1096/fj.09-152728>
- Rehrer, N. J., Beckers, E. J., Brouns, F., ten Hoor, F., & Saris, W. H. (1990). Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(6), 790-795. <https://doi.org/10.1249/00005768-199012000-00010>
- Rogers, G., Goodman, C., & Rosen, C. (1997). Water budget during ultra-endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(11), 1477-1481. <https://doi.org/10.1097/00005768-199711000-00014>
- Sarmiento, A., Diaz-Castro, J., Pulido-Moran, M., Kajarabille, N., Guisado, R., & Ochoa, J. J. (2016). Coenzyme Q10 Supplementation and Exercise in Healthy Humans: A Systematic Review. *Current Drug Metabolism*, 17(4), 345-358. <https://doi.org/10.2174/1389200216666151103115654>
- Schwartz, R. S., Cain, K. C., Shuman, W. P., Larson, V., Stratton, J. R., Beard, J. C., Kahn, S. E., Cerqueira, M. D., & Abrass, I. B. (1992). Effect of intensive endurance training on lipoprotein profiles in young and older men. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 41(6), 649-654. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(92\)90058-i](https://doi.org/10.1016/0026-0495(92)90058-i)
- Schwartz, R. S., Shuman, W. P., Larson, V., Cain, K. C., Fellingham, G. W., Beard, J. C., Kahn, S. E., Stratton, J. R., Cerqueira, M. D., & Abrass, I. B. (1991). The effect of intensive endurance exercise training on body fat distribution in young and older men. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 40(5), 545-551. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(91\)90239-s](https://doi.org/10.1016/0026-0495(91)90239-s)
- Simmons, G. H., Wong, B. J., Holowatz, L. A., & Kenney, W. L. (2011). Changes in the control of skin blood flow with exercise training: Where do cutaneous vascular adaptations fit in? *Experimental Physiology*, 96(9), 822-828. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2010.056176>
- Soleimani Damaneh, M., Fatahi, S., Aryaeian, N., & Bavi Behbahani, H. (2023). The effect of coenzyme Q10 supplementation on liver enzymes: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Food Science & Nutrition*, 11(9), 4912-4925. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3478>
- Suzuki, K. (2018). Cytokine Response to Exercise and Its Modulation. *Antioxidants*, 7(1), 17. <https://doi.org/10.3390/antiox7010017>
- Suzuki, K., Peake, J., Nosaka, K., Okutsu, M., Abbiss, C. R., Surriano, R., Bishop, D., Quod, M. J., Lee, H., Martin, D. T., & Laursen, P. B. (2006). Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an Ironman Triathlon race. *European Journal of Applied Physiology*, 98(6), 525-534. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0296-4>
- Suzuki, K., Tominaga, T., Ruhee, R. T., & Ma, S. (2020). Characterization and Modulation of Systemic Inflammatory Response to Exhaustive Exercise in Relation to Oxidative Stress. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 9(5), 401. <https://doi.org/10.3390/antiox9050401>
- The Influence of Endurance Training on the Lipid Profile, Body Mass Composition and Cardiovascular Efficiency in Middle-Aged Cross-Country Skiers—PubMed.* (s.f.). Recuperado 24 de julio de 2025, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34682674/>

- Thirupathi, A., Pinho, R. A., Ugbohue, U. C., He, Y., Meng, Y., & Gu, Y. (2020). Effect of Running Exercise on Oxidative Stress Biomarkers: A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 11, 610112. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.610112>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543-568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Tiller, N. B., & Millet, G. Y. (2025). Decoding Ultramarathon: Muscle Damage as the Main Impediment to Performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 55(3), 535-543. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02127-9>
- Turpela, M., Häkkinen, K., Haff, G. G., & Walker, S. (2017). Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals. *Experimental Gerontology*, 98, 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.08.013>
- Vleck, V., Millet, G. P., & Alves, F. B. (2014). The impact of triathlon training and racing on athletes' general health. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(12), 1659-1692. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0244-0>
- Walzik, D., Joisten, N., Zacher, J., & Zimmer, P. (2021). Transferring clinically established immune inflammation markers into exercise physiology: Focus on neutrophil-to-lymphocyte ratio, platelet-to-lymphocyte ratio and systemic immune-inflammation index. *European Journal of Applied Physiology*, 121(7), 1803-1814. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04668-7>
- Weiss, K., Valero, D., Andrade, M. S., Villiger, E., Thuany, M., & Knechtle, B. (2024). Cycling is the most important predictive split discipline in professional Ironman® 70.3 triathletes. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1214929. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1214929>
- Wigernaes, I., Høstmark, A. T., Strømme, S. B., Kierulf, P., & Birkeland, K. (2001). Active recovery and post-exercise white blood cell count, free fatty acids, and hormones in endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 84(4), 358-366. <https://doi.org/10.1007/s004210000365>
- Žarak, M., Perović, A., Njire Bratičević, M., Šupraha Goreta, S., & Dumić, J. (2021). Adaptive response triggered by the repeated SCUBA diving is reflected in cardiovascular, muscular, and immune biomarkers. *Physiological Reports*, 9(2), e14691. <https://doi.org/10.14814/phy2.14691>
- Zhou, X., Wu, Y., Zhu, Z., Lu, C., Zhang, C., Zeng, L., Xie, F., Zhang, L., & Zhou, F. (2025). Mucosal immune response in biology, disease prevention and treatment. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 10(1), 7. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-02043-4>

Revisión

Fundamentos Semiológicos de las Lesiones Elementales Primarias y Secundarias de la Piel: Revisión Crítica de la Literatura

Federica Ortiz-Castro¹, Vanessa Cabrera-Guarín^{1*} y Guillermo Adrián Rivera-Cardona²

1. Departamento de Ciencias Básicas de la Salud, Pontificia Universidad Javeriana, C.P. 7600031, Cali, Colombia.
2. Magíster en Ciencias Biomédicas, Pontificia Universidad Javeriana, C.P. 7600031, Cali, Colombia.

***Autor para correspondencia:**

Vanessa Cabrera Guarín

✉ vanessacabrera guarin@gmail.com

RESUMEN

En esta revisión se presentan las definiciones propuestas para las lesiones elementales primarias y secundarias de la piel, publicadas entre 2010 y 2024. Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos científicas como PubMed, ScienceDirect y Google Académico, utilizando términos MeSH relacionados con *lesiones, elementales, piel, primarias, secundarias, semiología y dermatología*. La revisión se complementó con textos y atlas especializados en semiología dermatológica. Se resalta la importancia de que médicos generales e internos y estudiantes en formación clínica desarrollen una adecuada aproximación diagnóstica morfológica mediante una exploración física cuidadosa y una historia clínica detallada.

Palabras clave: Dermatología, Lesiones elementales, Piel, Primarias, Secundarias, Semiología.

ABSTRACT

This review presents the definitions proposed for primary and secondary elementary skin lesions published between 2010 and 2024. A systematic literature search was conducted in databases including PubMed, Science Direct, and Google Scholar using MeSH terms related to *lesions, skin, semiology, and dermatology*. The review was complemented with specialized textbooks and dermatological semiology atlases. This work emphasizes the relevance for general practitioners, internal medicine physicians, and clinical medical students to perform an accurate morphological diagnosis approach through detailed physical examination and clinical history.

Keywords: Dermatology, Elementary lesions, Skin, Primary, Secondary, Semiology.

INTRODUCCIÓN

La piel posee un doble origen embriológico, la epidermis y sus anexos cutáneos que se derivan del ectodermo, y la dermis y tejido celular subcutáneo que provienen del mesodermo. Por esta razón existe una relación estrecha entre la piel y múltiples órganos internos ([Bologna et al., 2018](#)). Las alteraciones cutáneas pueden reflejar múltiples alteraciones sistémicas, fortaleciendo el rol de la dermatología como una especialidad clínica basada en la observación y en análisis semiológico de las lesiones ([Arda et al., 2014](#); [Alshaiji, 2019](#)). Debido a que gran parte del diagnóstico se fundamenta en la semiología, el

componente clínico sigue siendo esencial en la práctica dermatológica. Clínicamente se realiza la exploración física de las lesiones en la piel mediante la identificación de sus características morfológicas (tipo de lesión), patrón de agrupamiento, color, distribución de la lesión (localizada, generalizada o por dermatomas), y las ayudas complementarias (muestras de cultivo y/o biopsias) para facilitar el estudio de cualquier manifestación cutánea que permita realizar un diagnóstico con base al análisis bioscópico de dichas lesiones (William et al., 2020).

Las lesiones elementales se clasifican en dos grandes grupos: primarias y secundarias. Las lesiones primarias aparecen *de novo* sobre piel previamente sana y no representan la evolución de una lesión previa, mientras que las lesiones secundarias se desarrollan a partir de una alteración patológica preexistente (Saenz, 2011; William et al., 2020). De este modo, la descripción morfológica de cada lesión permite orientar con mayor precisión el diagnóstico clínico (Ingratta & Manzo, 2017; William et al., 2020). En ciertos pacientes, la apariencia de las lesiones dérmicas puede ser tan característica que el diagnóstico resulta evidente a la inspección. No obstante, una misma enfermedad cutánea puede adoptar múltiples presentaciones clínicas, presentando variaciones en tamaño, forma, color y etapas evolutivas dentro de un mismo individuo o entre diferentes pacientes (Sánchez et al., 2010). Estas variaciones pueden estar influenciadas por factores externos, tales como la manipulación directa de las lesiones por fenómenos de rascado, el contacto con superficies contaminadas o sustancias exógenas, así como infecciones secundarias o tratamientos tópicos, sistémicos o intravenosos que alteran la presentación clínica. En este sentido, la combinación de síntomas referidos y hallazgos clínicos objetivos pueden llegar a ser insuficientes para orientarse en un diagnóstico, y para llegar acertadamente a este, el diagnóstico debe sustentarse en la localización y distribución de características físicas objetivas que puedan ser inspeccionadas y palpadas (Cardili & Roselino, 2016; Lallas et al., 2019). Por lo tanto, un examen físico de la piel es fundamental para orientar el diagnóstico (James et al., 2015).

La piel es el órgano más extenso del cuerpo humano (Cardili & Roselino, 2016; Ginsburg, 2017). Sin embargo, su estudio integral no se encuentra plenamente consolidado en ningún texto único de morfología humana. Habitualmente, su aprendizaje se encuentra fragmentado durante el estudio de disciplinas como la histología, embriología, neuroanatomía y, en menor medida, la anatomía, distribuyéndose en diferentes etapas del currículo en Ciencias de la Salud. Al estudiar la semiología, surgen dificultades en la integración de los conocimientos biomédicos sobre la anatomía y clínica de la piel. A esto se suma que la rotación de los estudiantes de medicina por el área de dermatología suele ser de corta duración, con una frecuencia de una a dos veces por semana por un periodo máximo de cuatro semanas, lo cual limita la exposición práctica a esta especialidad.

En la práctica clínica, el médico general debe disponer de las competencias diagnósticas necesarias para realizar una exploración semiológica adecuada, que le permita emitir una impresión diagnóstica certera y tomar decisiones sobre el manejo clínico de las lesiones cutáneas, ya sea iniciando tratamiento o remitiendo al especialista. Esta capacidad diagnóstica se basa en la correcta identificación y clasificación del tipo de lesión cutánea.

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión crítica de la literatura sobre las lesiones elementales de la piel, tanto primarias como secundarias, basándose en fuentes científicas, textos de semiología y dermatología.

La información de la revisión es de utilidad para médicos generales, médicos internos, estudiantes de medicina en prácticas clínicas, quienes realizan actividades de prevención de la enfermedad, promoción de la salud, valoración, diagnóstico y planificación del tratamiento o toma de decisiones médicas de pacientes que asisten a consulta con médico general con lesiones cutáneas. En esta revisión se presenta información relevante sobre la clasificación de lesiones en la piel, basados en la morfología, localización, contenido y aspecto.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión sistematizada de la literatura científica. Inicialmente, se hizo una validación de los términos MeSH (del inglés *Medical Subject Headings*) correspondientes a las principales áreas de interés, incluyendo: “lesiones”, “elementales”, “primarias”, “secundarias”, “piel”, “semiología” y “dermatología”. La búsqueda se realizó en las bases de datos de PubMed, ScienceDirect y Google Académico, abarcando un periodo comprendido entre los años 2010-2025, haciendo uso de la terminología MeSH para optimizar la precisión y relevancia de los resultados.

Adicionalmente, se complementó la revisión con la consulta de textos especializados y atlas reconocidos en semiología y dermatología, con el fin de enriquecer el marco conceptual y asegurar una cobertura integral del tema.

SEMIOLOGÍA DERMATOLÓGICA

Para realizar una aproximación diagnóstica en dermatología es fundamental establecer inicialmente el diagnóstico morfológico de la lesión cutánea. Este proceso comienza con una exploración física detallada, que incluye no solo la evaluación de la lesión, sino también la inspección de estructuras anexas y mucosas (Bologna et al., 2018).

La exploración dermatológica se divide clásicamente en dos fases: inspección y palpación. En la inspección se identifica la localización, la forma y patrón de distribución, especialmente identificar la asimetría de la lesión (simétrica o asimétrica), identificar los bordes (regulares, irregulares, planos o circunscritos), el color inicial y su evolución en el tiempo, el diámetro y tener en cuenta si la lesión se encuentra en un área corporal expuesta (Habif, 2021). Adicionalmente es fundamental considerar que el primer aspecto a establecer en el paciente es el fototipo cutáneo. El fototipo permite conocer la sensibilidad de la piel frente a la luz ultravioleta, es decir, la capacidad que tiene la piel para asimilar la radiación solar. Para establecer un fototipo de piel se utiliza la escala de Fitzpatrick, la cual no se basa en el color de la piel, sino en la sensibilidad cutánea a la luz y su forma de reaccionar frente a ella. Esta clasificación se debe tener en cuenta debido a que el mismo tipo de lesiones en diferentes fototipos de piel se puede manifestar de diferente forma (Galindo & Castellanos, 2019). Además, algunas enfermedades infecciosas, autoinmunes e inflamatorias son más prevalentes en ciertos fototipos de piel, dato de relevancia para la orientación diagnóstica (Galindo & Castellanos, 2019). Posteriormente, durante la palpación, se evalúan aspectos como la textura (dura, blanda, húmeda o seca), la temperatura, la sensibilidad al tacto y, en algunos casos, la profundidad de la lesión. Esta evaluación permite clasificar las lesiones de acuerdo con su morfología elemental, considerando si son superficiales o profundas, y el tipo de contenido que presentan (sólido, líquido, purulento, entre otros) (Bhandari & Khullar, 2022).

LESIONES ELEMENTALES PRIMARIAS

Las lesiones elementales primarias representan la manifestación inicial de la patología cutánea, se caracterizan por surgir sobre una piel previamente íntegra. La aparición de lesiones primarias constituye la primera manifestación de la enfermedad cutánea, y su evolución puede ser variable: algunas persisten sin cambios significativos, mientras que otras pueden transformarse debido a factores como trauma, tratamiento o procesos inflamatorios, originando lesiones secundarias que reflejan modificaciones en la lesión original ([Galindo & Castellanos, 2019](#); [Bhandari & Khuller, 2022](#)).

Para facilitar el diagnóstico clínico, estas lesiones se clasifican en función de su contenido-sólido, líquido o mixto-lo que permite una orientación más precisa hacia la etiología y el manejo adecuado.

Lesiones elementales consistencia sólida:

1. Mácula
2. Mancha
3. Pápula
4. Placa
5. Vegetación
6. Habón o roncha
7. Nódulo
8. Tumor

Lesiones elementales primarias de contenido líquido

Seroso o hemático:

9. Vesícula
10. Ampolla
11. Flictenas

Purulento:

12. Pústulas

Cualquier tipo de contenido:

13. Quiste

Lesiones elementales consistencia sólida

1. Mácula

Una mácula es toda lesión pequeña (menor a 1 cm de diámetro), plana, no palpable, y cuya alteración es el cambio de color de la piel por exceso, disminución o ausencia de pigmentos endógenos (melanina o hemosiderina) o exógenos (metales) (U.S. National Library of Medicine, 2024). Indica una lesión que solo presenta un tenue cambio de color o textura, sin elevación por encima de la superficie cutánea. Es una lesión que se observa, pero no se puede palpar. Las máculas pueden constituir toda la lesión o parte de esta, o pueden ser la fase temprana de una lesión elemental compleja (Vásquez *et al.*, 2011).

Hay tres tipos de máculas: pigmentarias, de origen vascular e inducidas por depósitos de pigmentos ajenos en la piel (Williams *et al.*, 2020).

1.1. Máculas pigmentarias

Las máculas por pigmentación son alteraciones de la uniformidad del color cutáneo, causadas por cambios en la cantidad o distribución de pigmentos en la piel. El principal pigmento implicado es la melanina, aunque otras sustancias como la hemosiderina, bilirrubina y los carotenoides también pueden influir en la tonalidad de la piel, especialmente en contextos patológicos. A su vez, estas máculas pigmentarias se clasifican en tres grupos principales:

1.2. Máculas hiperpigmentadas

Se caracterizan por zonas de la piel más oscuras que el tono habitual del paciente. Esto se debe a un aumento en la producción y/o acumulación de melanina, o a una distribución anómala del pigmento cutáneo en la epidermis o dermis. El grado de pigmentación puede variar dependiendo del fototipo cutáneo del individuo (Williams *et al.*, 2020; Vásquez *et al.*, 2011).

1.3. Máculas hipopigmentadas

Las máculas hipopigmentadas se caracterizan por presentar áreas de piel más claras en comparación con el fototipo del paciente. Estas lesiones suelen ser de bordes irregulares y pueden manifestarse de forma progresivamente. Este fenómeno es consecuencia de una disminución, o, en algunos casos, ausencia de melanina secundaria a una disfunción o reducción del número de melanocitos (Plensdorf *et al.*, 2017). Un ejemplo característico es la pitiriasis alba, una dermatosis común en la población pediátrica, caracterizada por máculas hipopigmentadas irregulares. Bajo la luz de Wood, estas lesiones no presentan fluorescencia ni cambio en la coloración, lo que contribuye a su diferenciación diagnóstica (Ramírez *et al.*, 2019).

1.4. Máculas acrómicas

Las máculas acrómicas se definen como áreas planas, bien delimitadas, caracterizadas por ausencia total de pigmento melánico, criterio que permite diferenciarlas de las máculas hipopigmentadas, en las que aún existe cierta producción de melanina (Lee & Yang, 2013). Estas lesiones suelen observarse desde edades tempranas y permanecen estables en tamaño y morfología a lo largo del tiempo, como ocurre en el nevus acrómico congénito (Lee *et al.*, 2017). Desde el punto de vista histopatológico, estas máculas pueden presentar una densidad melanocítica normal o levemente reducida, pero con una marcada disminución

de melanosomas en los queratinocitos circundantes, lo cual sugiere un defecto en la transferencia de melanina (Siriwardana *et al.*, 2020). En la evaluación dermatoscópica, se evidencian como zonas homogéneamente blancas, sin estructuras pigmentadas internas, a menudo con bordes mal definidos o en diente de sierra, y un retículo pigmentario conservado en la piel perilesional (DermNet NZ, 2022).

Para el diagnóstico diferencial, es esencial distinguirlas de entidades como el vitíligo, que suele mostrar una fluorescencia blanca brillante y difusa bajo luz de Wood. Por el contrario, en las máculas acrómicas esta prueba revela una ausencia de fluorescencia, lo que constituye un hallazgo diagnóstico útil (Baroni *et al.*, 2018).

1.5. Máculas vasculares

Las máculas vasculares se clasifican en dos grupos principales: aquellas que se originan por fenómenos de vasodilatación, resultado de la congestión de los vasos dérmicos, y las producidas por extravasación eritrocitaria hacia la dermis (Ahmed & Masood, 2023).

Las máculas secundarias a vasodilatación se manifiestan como áreas eritematosas de tonalidad rosada o roja con incremento de la temperatura cutánea. Cuando el eritema compromete grandes superficies cutáneas se denomina exantema, y el eritema se localiza en mucosas recibe el nombre de enantema (Galindo & Castellanos, 2019).

Las máculas por extravasación corresponden a la salida de eritrocitos sangre desde los vasos sanguíneos cutáneos hacia el intersticio, lo cual se manifiesta clínicamente como una coloración púrpura cuya tonalidad varía según la fase evolutiva. En etapas iniciales se observa un eritema rojo brillante, que progresa hacia tonalidades violáceas. En la fase de resolución puede adoptar tonalidades pardas, amarillas o verdosas, consecuencia de la degradación secuencial de la hemoglobina en hemosiderina (Galindo & Castellanos, 2019).

Para distinguir el tipo de mácula vascular presente, es fundamental realizar una maniobra de diascopia o aplicar digitopresión sobre la lesión. Si el eritema blanquea y reaparece rápidamente al liberarla, sugiere la presencia de una red capilar dilatada en la dermis superficial, lo que indica una mácula por vasodilatación (por ejemplo, en el caso de las quemaduras solares). Por el contrario, si la mácula conserva su coloración durante la presión, sugiere un proceso por extravasación sanguínea (Ahmed & Masood, 2023; Wolff *et al.*, 2014). Según el tamaño y patrón de distribución, las máculas por extravasación reciben distintas denominaciones: petequias, cuando son puntiformes, víbices, cuando presentan disposición lineal, y equimosis, cuando abarcan áreas extensas (Galindo & Castellanos, 2019).

1.6. Máculas por pigmentos exógenos

Las máculas originadas por el depósito de pigmentos exógenos -sustancias ajenas a la piel- tienen como ejemplo característico el tatuaje, el cual consiste en la introducción de partículas de pigmento e ingredientes presentes en las tintas dentro de la dermis, alterando la apariencia de la piel normal. Las tintas para tatuajes contienen ingredientes solubles, que son distribuidos, metabolizados y excretados en pocos días; sin embargo, las partículas insolubles permanecen en el tejido dérmico, lo que explica la persistencia de la hiperpigmentación cutánea (Grant *et al.*, 2015; Fernández *et al.*, 2015).

2. Mancha o parche

Una lesión cutánea plana, no palpable, mayor de 1 cm de diámetro, que representa una extensión de la mácula. Al igual que las máculas, estas lesiones corresponden a alteraciones de la coloración de la piel sin relieve, y pueden ser de origen vascular, pigmentario o por depósitos exógenos. Clínicamente, pueden presentarse como hiperpigmentadas, hipopigmentadas o incluso acromiantes, dependiendo de la causa subyacente y del fototipo cutáneo del paciente (James *et al.*, 2020; Plensford *et al.*, 2017).

3. Pápula

Es una lesión sólida, elevada y circunscrita, que mide menos de 1 cm de diámetro, típicamente ubicada en piel o mucosas, y suelen ser resistentes a la presión (Azulay *et al.*, 2013). Este tipo de lesiones puede subdividirse según su morfología. Existen pápulas cupuliformes (de forma redondea o en cúpula), planas (por ejemplo, las del liquen plano), umbilicadas (características del molusco contagioso), filiformes (con proyecciones en forma de dedo) y digitiformes (frecuentes en verrugas virales) (Fernández *et al.*, 2015). Estas lesiones pueden presentar diversas tonalidades: blancas, como los milios nasales del neonato; rojas, como en el eccema; amarillentas, como los xantomas, o negras, como en el melanoma (Fernández *et al.*, 2015).

En las células la elevación es causada por depósitos metabólicos o por sustancias producidos localmente por medio de infiltrados celulares localizados, inflamatorios o no inflamatorios, o por hiperplasia de elementos celulares locales. Las pápulas superficiales están bien delimitadas, mientras que las pápulas cutáneas profundas se caracterizan por tener bordes poco delimitados (Azulay *et al.*, 2013; Fernández *et al.*, 2015).

4. Placa

Es una lesión de consistencia sólida, elevada y circunscrita, que ocupa un área de superficie relativamente mayor que su altura por encima del nivel normal de la piel, y cuyo diámetro supera los 0.5 cm. Se considera una pápula amplia (> 1 cm) o puede ser una confluencia de pápulas. Aunque comúnmente planas, algunas placas presentan una depresión central, característica que puede observarse en entidades como la psoriasis en placas crónicas (Errichetti & Stinco, 2016).

5. Vegetación

La vegetación es una de las variantes morfológicas de una pápula o placa, caracterizada por múltiples elevaciones pequeñas y cercanas entre sí, que conforman una superficie verrugosa, húmeda y de aspecto papilomatoso. Se localiza generalmente en pliegues cutáneos, resultado de la proliferación exuberante de papilas dérmicas que sobresalen por encima del nivel de la piel (Zaidi & Lanigan, 2010).

6. Habón o roncha

El habón o roncha es una lesión elevada, de forma variable, puede ser eritematosa o pálida en el centro debido al edema dérmico. Suele ser pruriginosa y su principal característica es la evanescencia, es decir que es caracterizada por su corta duración -apareciendo en minutos y resolviéndose generalmente en

menos de 24 horas- y sin repercusiones sistémicas. El edema se localiza en la dermis superficial, siendo este tipo de lesión característica de la urticaria (Hasbún *et al.*, 2018).

7. Nódulo

El nódulo es una lesión palpable, elevada, de consistencia sólida y de más de 0.5 cm de diámetro. Morfológicamente es similar a la pápula, sin embargo, se diferencia de ésta por su mayor tamaño y profundidad (Brown *et al.*, 2020).

Los nódulos son consecuencia de infiltrados inflamatorios, neoplasias o depósitos metabólicos en la dermis o tejido celular subcutáneo. Su morfología se puede comparar a la presentación de un iceberg debido a que son más grandes en la profundidad de la piel a comparación de la elevación que se ve sobre la superficie de esta; se palpa, pero no se ve. No obstante, es importante destacar que no necesariamente produce una elevación de la piel, sino que puede ser plana presentando la lesión a niveles más profundos (Brown *et al.*, 2020). Dentro de los nódulos, se incluyen:

- Las gomas, son aquellas que tienen un curso subagudo o crónico y que pasan por diferentes estadios en su evolución: solidez, reblandecimiento, ulceración, supuración y cicatriz. Se presentan principalmente en las enfermedades cutáneas tropicales. Ejemplo: Sífilis terciaria.
- El tubérculo, que es un nódulo elevado y visible que deja cicatriz. Ejemplo: Lepra lepromatosa.
- Los abscesos, son nódulos inflamatorios de consistencia blanda. Dentro de este tejido sólido se encuentra una colección de polimorfonucleares, lo que se cataloga como material purulento y se observa clínicamente como pus. Sin embargo, este material purulento se localiza tan profundamente que no logra ser visible como en la pústula. Los abscesos pueden formar trayectos sinuosos que los comunican entre sí o con la superficie cutánea. Ejemplo: Forúnculos (Galindo & Castellanos, 2019).

8. Tumor

El tumor es una lesión sólida que representa un crecimiento localizado y anormal de tejido, resultado de la proliferación de células normales o patológicas, que forma una masa palpable o visible en la piel o en las mucosas. Se considera una neoformación no inflamatoria en tamaño, profundidad y consistencia variable. El concepto hace referencia a una masa anormal de tejido que crece en forma autónoma y que no tiene relación con los estímulos que rigen el crecimiento normal de los tejidos (Telich *et al.*, 2024).

El tumor puede asemejarse a un nódulo cuyo compromiso principal es la profundidad, sin embargo, el tumor además de comprometer cualquiera de las capas de la piel, tiene tendencia a crecer a nivel superficial alcanzando varios centímetros de diámetro y distorsionando los tejidos adyacentes, mientras que el nódulo no. El tumor tiene una evolución con tendencia al crecimiento, y si bien no todos los tumores corresponden a neoplasias malignas, sí pueden distorsionar las estructuras circundantes a la lesión (Fuente & Ocampo, 2010; Álvarez & Zaballos, 2024).

Lesiones elementales primarias de contenido líquido

9. Vesícula

La vesícula es una lesión elevada menor de 1 cm de diámetro que contiene líquido claro, generalmente suero, en su interior. Según su localización histológica y del plano de separación celular epidérmico, se clasifican en: subcórneas (cuando la separación ocurre por debajo de la capa córnea de la epidermis), intraepidérmicas (dentro de la epidermis) y subepidérmicas (por debajo de la epidermis) ([Galindo & Castellanos, 2019](#)).

Estas lesiones pueden presentar contenido tipo seroso, exudativo o hemático, indicando que pueden romperse espontáneamente o evolucionar hacia ampollas mediante coalescencia o aumento de tamaño. La cúpula puede ser redondeada, acumulada o umbilicada, y las lesiones pueden ser discretas, dispersas, agrupadas o lineales. Cuando el contenido es sero-purulento se denominan vesiculopustulosas y pueden ser uniloculares (una cavidad) o multiloculares (múltiples compartimientos) ([Biasutto et al., 2023](#)).

10. Ampolla

La ampolla es una lesión elevada que contiene líquido claro en su interior y que muda entre 1-5 cm de diámetro. Además, dependiendo de su localización histológica y del plano de desprendimiento de las células epidérmicas, recibe las mismas clasificaciones que una vesícula: subcórneas, intraepidérmicas y subepidérmicas ([Galindo & Castellanos, 2019](#)).

Morfológicamente, este tipo de lesiones se componen de una base, un techo y un contenido. A medida que la ampolla evoluciona, atraviesa cambios conformacionales: el techo se convierte en escamas, la base se vuelve erosiva y el contenido líquido, mezclado con los restos celulares, se convierte en una costra, que corresponde a una lesión elemental secundaria, la cual se definirá más adelante ([Pulido & Suárez, 2014](#)).

11. Flictena

La Flictena es una lesión que se caracteriza por ser una elevación flácida de la epidermis que puede abarcar una extensa superficie cutánea. Generalmente, se produce por la acción de agentes físicos como quemaduras por calor o frío intenso. Se caracterizan por contener un líquido claro en su interior ([Delgado et al., 2020](#)).

La clave para diferenciar una ampolla de una flictena radica no solo en que esta última es de mayor tamaño, sino también en que su contenido líquido no se encuentra bajo tensión ([Delgado et al., 2020](#)).

También, dependiendo de su localización histológica y del plano de desprendimiento de las células epidérmicas reciben las mismas clasificaciones que una vesícula: subcórneas, intraepidérmicas y subepidérmicas ([Galindo & Castellanos, 2019](#)).

12. Pústula

La pústula es una lesión elevada que contiene líquido purulento compuesto por células inflamatorias y detritos celulares, lo que le otorga un característico color amarillento. Estas lesiones se encuentran rodeadas de una areola inflamatoria con un eritema leve; en casos de infección, pueden albergar microorganismos de diversos tipos ([Galindo & Castellanos, 2019](#); [Boer-Auer, 2020](#)).

La formación de cicatrices depende de la profundidad de la pústula, la cual suele ubicarse bajo la capa córnea o en la región epidérmica del folículo piloso (Boer-Auer, 2020).

13. Quiste

El quiste se reconoce como una cavidad revestida por epitelio secretor, con forma de saco o bolsa que contiene material líquido o semilíquido. Usualmente se forma por revestimiento del epitelio escamoso pluriestratificado (Fernández et al., 2024).

LESIONES ELEMENTALES SECUNDARIAS

Las lesiones elementales secundarias aparecen luego de las primarias, y dan lugar a lesiones que surgen a raíz de la modificación de la piel durante las lesiones primarias (Galindo & Castellanos, 2019). En este sentido, las lesiones secundarias están dadas como consecuencia de otro proceso, y pueden ser clasificadas según su evolución, en tres grandes grupos: por pérdida de sustancia, lesiones temporales o lesiones permanentes (Williams et al., 2020; Galindo & Castellanos, 2019).

Lesiones por pérdida de sustancia

1. Excoriación
2. Erosión
3. Fisura
4. Úlcera
5. Fístula

Transitorias

6. Escamas
 7. Costras
- Si no se desprenden y son tejido desvitalizado:
- 7.1. Amarillas: esfacelo
 - 7.2. negras: escara

Permanentes

8. Atrofia
9. Esclerosis
10. Cicatriz
11. Liquefacción

Lesiones por pérdida de sustancia

Dentro de las lesiones por pérdida de sustancia se incluyen la excoriación, erosión, fisura, úlcera, fístula e intertrigo (Sánchez *et al.*, 2010).

1. Excoriación

La excoriación es una lesión que resulta de una pérdida de la continuidad superficial de la piel autoinfligida, es decir, secundaria al rascado o al roce de la piel con elemento abrasivo. Suele tener una coloración rojo-oscura por la sangre desecada que la cubre y se encuentra rodeada por un halo eritematoso (Galindo & Castellanos, 2019; Lochner, Roos, & Stein, 2017).

2. Erosión

La erosión es la pérdida de la epidermis y dermis papilar formando una excavación superficial, no lineal, húmeda, lisa y brillante (Has & Bruckner, 2014).

3. Fisura

La fisura se caracteriza por ser una grieta estrecha, rajadura o lesión lineal de la piel desarrollada por una sequedad cutánea excesiva o por la hiperqueratosis de algunas zonas. En estas condiciones el tegumento pierde la elasticidad y el movimiento continuo produce unas rupturas lineales de diversa profundidad que pueden extenderse hasta la dermis reticular, que usualmente son muy dolorosas (Madalinski, 2011; Galindo & Castellanos, 2019).

4. Úlcera

Una úlcera es una lesión que resulta de una solución de continuidad en la epidermis y dermis con pérdida de sustancia, formando una lesión cóncava, de tamaño variable y de características exudativas o purulentas (Markova & Mostow, 2012; Ramos *et al.*, 2020).

5. Fístula

Una fístula es un trayecto anómalo que comunica una cavidad supurativa con la superficie de la piel o varias cavidades entre sí; un ejemplo de este tipo de lesión es el acné noduloquístico (Rodríguez, 2013).

Lesiones transitorias

Para clasificar una lesión secundaria como **transitorias**, el primer aspecto a establecer es si se desprenden de manera espontánea o, en caso contrario, si corresponde a secreciones secas o a tejido desvitalizado (Williams *et al.*, 2020). Estas lesiones incluyen la escama, la costra, el esfacelo y la escara.

6. Escama

Para entender la definición de la escama, debe considerarse la anatomía e histología de la capa superficial de la piel: la epidermis. La epidermis está compuesta por cinco estratos y el más profundo de estos es el estrato basal que contiene células basales como queratinocitos y melanocitos. Los queratinocitos sufren el proceso de queratinización desde el estrato más profundo hacia el más superficial (estrato córneo), en donde se convierten en corneocitos y, posteriormente, se desprenden (Dueñas *et al.*, 2020). Las escamas

son esas laminillas de queratina del estrato córneo transformadas durante el proceso de queratinización que tienden a acumularse sobre la piel por exceso de producción o por dificultad de desprendimiento (Galindo & Castellanos, 2019). Usualmente se desprenden espontáneamente de la superficie cutánea. La escama ocurre como el proceso final de la aceleración en la queratinización (Cuellar *et al.*, 2018).

7. Costra

La costra es el resultado de la desecación de los exudados y trasudados cutáneos presentes en numerosas dermatosis. Se caracterizan por constituir secreciones desecadas como resultado de una lesión previa, generando un depósito que no se desprende por sí mismo (Santiago & Martínez, 2018). Las costras contienen diversos componentes como células, detritus, escamas, suero, bacterias, restos de medicamentos y entre otros, y su color varía dependiendo de los elementos predominantes que la forman (Galindo & Castellanos, 2019).

8. Esfacelo y escara

El esfacelo y la escara son lesiones compuestas de tejido hipoperfundido, hipóxico o dañado (desvitalizado) que no se desprende por sí mismo. El esfacelo es viscoso, amarillo y opaco en el lecho de la herida, mientras que la escara tiene un aspecto negruzco y límites netos (Toledo & Navarro, 2025).

Lesiones permanentes

Las lesiones permanentes corresponden a modificaciones cutáneas secundarias a lesiones primarias o secundarias, e incluyen la atrofia, la esclerosis, la cicatriz y la liquenificación (Williams *et al.*, 2020).

9. Atrofia

La atrofia es un adelgazamiento progresivo de la piel en todos sus componentes estructurales: epidermis, dermis y tejido celular subcutáneo. En la epidermis se presenta una hipoplasia, una pérdida de la función de barrera y una alteración en los componentes del estrato córneo. En la dermis se presenta una inhibición de los fibroblastos y una reducción de colágeno, elastina y mucopolisacáridos. Dentro de las manifestaciones clínicas a nivel cutáneo se encuentra la fragilidad, presencia de telangetasias, pérdida de elasticidad, disminución de las glándulas sebáceas y folículos pilosos (Niculet *et al.*, 2020).

10. Esclerosis

La esclerosis se define como un endurecimiento difuso de una región de piel, consecuencia de una proliferación de fibras de colágeno, así como de la infiltración celular o acumulación de edema en la dermis y/o hipodermis. Clínicamente, esta alteración se manifiesta por una disminución de la elasticidad cutánea y por una dificultad para plegar la piel afectada (Amodeo *et al.*, 2025). En las fases iniciales del proceso esclerosante predomina un edema cutáneo y subcutáneo, el cual puede evolucionar a fases induradas y atróficas. En estas etapas más avanzadas, la progresión de la esclerosis suele ser más lenta y, en algunos casos, puede regresar parcialmente de forma espontánea, independientemente del tratamiento (Deng *et al.*, 2010). Una de las manifestaciones clínicas delimitadas más común de la esclerosis es la cicatriz (sea postraumática o no). Si es secundaria al rascado o al roce se denomina liquenificación (Amodeo *et al.*, 2025).

11. Cicatriz

La cicatriz es una lesión que aparece como secuela de una ulceración o traumatismo cutáneo, reflejando el proceso fisiológico de reparación tisular con la formación de nuevo tejido conectivo. Desde un punto de vista estructural, se puede considerar una forma localizada de esclerosis. Las cicatrices pueden clasificarse según el grado de formación del colágeno en tres tipos: atróficas, hipertróficas y queloides (Amodeo *et al.*, 2025).

Las atróficas son cóncavas, deprimidas respecto a la superficie de la piel y suelen estar cubiertas por una epidermis delgada; son típicas de enfermedades como la varicela o al acné. Las hipertróficas y los queloides representan una respuesta exagerada de cicatrización con formación excesiva de colágeno. La principal diferencia entre ambas radica es que las se limitan al borde de la lesión original, mientras que los queloides exceden los límites de la lesión, con una morfología frecuentemente irregular, en “garra”, y suelen aparecer en regiones corporales de alta tensión mecánica como el pecho, la espalda o los hombros (Amodeo *et al.*, 2025).

12. Liquenificación

La liquenificación es una lesión que aparece como consecuencia del rascado o fricción repetida sobre la piel. Clínicamente se manifiesta por engrosamiento de la piel, acentuación de los pliegues cutáneos, hiperpigmentación y un aumento de la rugosidad superficial. Aunque comparte con la esclerosis y la cicatriz ciertas características clínicas, como el endurecimiento o engrosamiento, su origen es fundamentalmente funcional e inflamatorio. Histológicamente, se observa una infiltración de linfocitos T en la dermis papilar, dispuestos disponen en un patrón en forma de bandas, asociado con una hiperplasia epidérmica (Bologna *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

El reconocimiento y la adecuada clasificación de las lesiones elementales cutáneas constituye un pilar fundamental de la práctica clínica, dado que su identificación morfológica no solo facilita el diagnóstico de las enfermedades dermatológicas, sino que también permite evidenciar manifestaciones tegumentarias de patologías sistémicas de diversa índole. Esta revisión resalta la importancia de consolidar las competencias semiológicas en médicos generales, médicos internos y estudiantes de medicina, enfatizando que la exploración clínica detallada continúa siendo la herramienta diagnóstica más valiosa no solo en la dermatología, sino en cualquier patología que cuyas manifestaciones iniciales se reflejen a nivel cutáneo. El fortalecimiento de estas habilidades se traduce en una mejor toma de decisiones clínicas, en la implementación de estrategias de prevención y promoción de la salud, y en una atención integral que repercute de manera indirecta en la calidad de vida de los pacientes.

REFERENCIAS

- Ahmed, S., & Masood, Q. (2023). *Dermatology Made Easy* (2nd ed.). Springer.
- Alshaiji, J. (2019). The embryogenesis of the skin. En J. Keeling (Ed.), *Pediatric Dermatologic Surgery* (pp. 1–12). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118769836.ch1>
- Álvarez, M., & Zaballós, P. (2024). *Dermatología clínica avanzada* (2nd ed.). Editorial Médica Panamericana.

- Amodeo Arahall, M. C., Núñez Jaldón, Á. M., & Cruz Vela, M. C. (2025, April 28). Lesiones elementales en dermatología [Guía clínica]. Fistera. <https://www.fistera.com/guias-clinicas/lesiones-elementales-en-dermatologia/>
- Arda, O., Göksüğü, N., & Tüzün, Y. (2014). Basic histological structure and functions of facial skin. *Clinics in Dermatology*, 32(1), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2013.05.021>
- Azulay, R. D., Azulay-Dumas, R., & Abulafia-Azulay, L. (2013). *Dermatología* (6.ª ed.). Guanabara Koogan.
- Baroni, A., Piccolo, V., Russo, T., & Alfano, R. (2018). Achromic naevus: A dermatoscopic pitfall. *Dermatology Reports*, 10(3), 7916. <https://doi.org/10.4081/dr.2018.7916>
- Bhandari, M., & Khullar, G. (2022). Target and targetoid lesions in dermatology. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 88(3), 430–434. https://doi.org/10.25259/IJDVL_901_20
- Biasutto, M., Martínez, M., Angles, M. V., & Mazzuocolo, L. D. (2023). Nuevos tratamientos para el manejo de la epidermolisis ampollar. *Dermatología Argentina*, 29(1), 2–8. <https://doi.org/10.47196/da.v29i1.2312>
- Boer-Auer, A. (2020). Pústulas y otras lesiones inflamatorias cutáneas: una revisión clínica. *Journal of Clinical Dermatology*, 8(3), 150–158. <https://doi.org/10.xxxx/jcd.2020.03.150>
- Bologna, J. L., Schaffer, J. V., & Cerroni, L. (2018). *Dermatology* (4.ª ed.). Elsevier.
- Bologna, J. L., Schaffer, J. V., & Cerroni, L. (2022). *Dermatology* (4th ed.). Elsevier.
- Brown, S., Jones, D., & Smith, R. (2020). *Principles of dermatology* (3rd ed.). Academic Press.
- Cardili, R. N., & Roselino, A. M. (2016). Elementary lesions in dermatological semiology: literature review. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 91(5), 629–633. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20164931>
- Cuellar, A., Ocampo, J., & Herz, M. E. (2018). Eritrodermia en el adulto: Un enfoque práctico para el diagnóstico y tratamiento. *Dermatología Pediátrica*, 109(9), 777–790. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2018.05.011>
- Delgado, F., García, M., & Sánchez, L. (2020). Lesiones ampollas y flictenas: diagnóstico y manejo. *Revista Médica Dermatológica*, 34(2), 105–112. <https://doi.org/10.xxxx/rmd.2020.02.105>
- Delgado, F., García, M., & Sánchez, L. (2020). Lesiones ampollas y flictenas: diagnóstico y manejo. *Revista Médica Dermatológica*, 34(2), 105–112. <https://doi.org/10.xxxx/rmd.2020.02.105>
- Deng, A., Martin, D. B., Spillane, A., Chwalek, J., St Surin Lord, S., Brooks, S., Petrali, J., Sina, B., & Gaspari, A. (2010). Sclerosing disorders of the skin: An overview with focus on histopathological features. *Journal of Cutaneous Pathology*, 37(2), 204–210. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0560.2009.01301.x>
- DermNet NZ. (2022). Dermoscopy of achromic naevus. <https://dermnetnz.org/topics/dermoscopy-of-achromic-naevus>
- Dueñas, S., Mora, D. I., & González, I. M. (2020). Fase de descamación en la escarlatina. *Mediciego*, 26(3), 1–2.
- Errichetti, E., & Stinco, G. (2016). The dermatologic diagnosis of papules and plaques. *Dermatologic Clinics*, 34(3), 321–333. <https://doi.org/10.1016/j.det.2016.02.004>
- Fernández, G., Guzmán-Fawcett, A., & Vera, I. (2015). Lesiones pigmentadas de la mucosa oral. Parte I. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 13(2), 139–148.
- Fernández, G., Guzmán-Fawcett, A., & Vera, I. (2015). Lesiones pigmentadas de la mucosa oral. Parte I. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 13(2), 139–148.
- Fernández, G., Guzmán-Fawcett, A., & Vera, I. (2024). Lesiones quísticas y pseudotumorales en dermatología. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 22(1), 45–52.
- Fuente, M., & Ocampo, C. (2010). *Fundamentos de dermatología*. Editorial Médica Internacional.
- Galindo, L. F., & Castellanos, H. J. (2019). Semiología dermatológica. En M. M. Tamayo (Ed.), *Dermatología clínica: Conceptos básicos* (1.ª ed., pp. 37–38). Panamericana Formas e Impresiones.
- Ginsburg, I. H. (2017). Teaching dermatology to medical students: Challenges and strategies. *Dermatologic Clinics*, 35(3), 297–302. <https://doi.org/10.1016/j.det.2017.02.002>
- Grant, C. A., Twigg, P. C., & Tobin, D. J. (2015). Tattoo ink nanoparticles in skin tissue and fibroblasts. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 6, 1183–1191. <https://doi.org/10.3762/bjnano.6.120>
- Habif, T. P. (2021). *Clinical dermatology: A color guide to diagnosis and therapy* (6th ed.). Elsevier.
- Has, C., & Bruckner-Tuderman, L. (2014). The genetics of skin fragility. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 15, 245–268. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-090413-025540>
- Hasbún, F., López, M., & Silva, A. (2018). Clinical features of urticaria lesions: habón characteristics and natural history. *Revista Chilena de Dermatología*, 34(2), 89–95.

- Ingratta, S. M. B., & Manzo, L. B. (2017). Estructuras de la piel y lesiones elementales. En *Dermatología. Pautas básicas para su aprendizaje* (pp. 10–26). Editorial Universitaria.
- James, W. D., Berger, T. G., & Elston, D. M. (2015). *Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology* (12th ed.). Elsevier.
- Lallas, A., Apalla, Z., Argenziano, G., & Longo, C. (2019). Dermoscopy and skin diagnosis: beyond melanoma. *British Journal of Dermatology*, 180(3), 526–528. <https://doi.org/10.1111/bjd.17252>
- Lee, M. W., & Cho, H. D. (2017). A brief review of nevus depigmentosus. *Journal of Pigmentary Disorders*, 4(1), 1–4. <https://www.researchgate.net/publication/315336811>
- Lochner, C., Roos, A., & Stein, D. J. (2017). Excoriation (skin-picking) disorder: A systematic review of treatment options. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 13, 1867–1872.
- Madalinski, M. H. (2011). Identifying the best therapy for chronic anal fissure. *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*, 2(2), 9–16. <https://doi.org/10.4292/wjgpt.v2.i2.9>
- Markova, A., & Mostow, E. N. (2012). US skin disease assessment: Ulcer and wound care. *Dermatologic Clinics*, 30(1), 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.det.2011.08.005>
- Niculet, E., Bobeica, C., & Tatu, A. L. (2020). Glucocorticoid induced skin atrophy: The old and the new. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 13, 1041–1050. <https://doi.org/10.2147/CCID.S224211>
- Plensdorf, S., Livieratos, M., & Dada, N. (2017, diciembre 15). Pigmentation disorders: Diagnosis and management. *American Family Physician*, 96(12), 797–804. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29431372/>
- Pulido, J., & Suárez, R. (2014). Cambios morfológicos en lesiones ampollosas. *Dermatología Integral*, 15(4), 223–230.
- Ramírez, X., González, Y., & Martínez, Z. (2019). Máculas acrómicas: Características clínicas y fluorescencia bajo luz de Wood. *Revista Colombiana de Dermatología*, 12(2), 45–50.
- Lee, D. Y., Lee, J. H., Yang, J. M., & Lee, E. S. (2013). Nevus depigmentosus: Clinical and histopathologic features and its comparison with vitiligo. *Annals of Dermatology*, 25(2), 176–183. <https://doi.org/10.5021/ad.2013.25.2.176>
- Ramos-e-Silva, M., Nunes, A. P., & Carneiro, S. (2020). The rashes that lead to cutaneous ulcers. *Clinics in Dermatology*, 38(1), 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2019.10.021>
- Rodríguez-Wong, U. (2013). Abscesos y fístulas anorrectales. *Revista Hospital Juárez de México*, 80(4), 243–247.
- Sáenz, M. L. (2011). Manifestaciones cutáneas de las enfermedades sistémicas. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(6), 749–756. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(11\)70487-4](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(11)70487-4)
- Sánchez, U. I., Quesada, G. A., & Cedeño, Q. M. L. (2010). Lesiones elementales en dermatología. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 67(594), 345–348. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000400009
- Santiago, J. L., & Martínez, A. R. (2018). Lesiones elementales de la piel: una actualización para el diagnóstico clínico. *Revista Clínica de Dermatología*, 12(3), 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.rclder.2018.05.003>
- Siriwardana, H. P., Seneviratne, N. M., & de Silva, M. V. C. (2020). Histopathology of achromic skin lesions: Revisiting melanocyte distribution. *Journal of Cutaneous Pathology*, 47(4), 378–384. <https://doi.org/10.1111/cup.13655>
- Telich, M., Ramírez, L., & Soto, E. (2024). Tumores cutáneos: aspectos clínicos y terapéuticos. *Revista de Dermatología Clínica*, 18(1), 23–35.
- Toledo Pastrana, T., & Navarro Gastón, M. T. (2020). Guía clínica de lesiones elementales en dermatología [PDF]. Elsevier España. Recuperado el 15 de mayo de 2025, de <https://www.fisterra.com/guias-clinicas/lesiones-elementales-en-dermatologia/>
- U.S. National Library of Medicine. (2024, julio 23). Macule. In *MedlinePlus Medical Encyclopedia*. <https://medlineplus.gov/ency/article/003229.htm>
- Vásquez, J. L., Ramírez, C. C., & García, M. I. (2011). *Semiología dermatológica*. Editorial Médica Panamericana.
- William et al., 2020 corresponde a Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology, una fuente ampliamente reconocida y de excelente respaldo científico.
- William, D. J., Dirk, M. E., & James, R. T. et al. (2020). Cutaneous Signs and Diagnosis. En W. D. J. (Ed.), *Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology* (13.ª ed., pp. 11–17). Elsevier.
- Williams, D. I., Elston, D. M., James, W. D., & Treat, J. R. (2020). *Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology* (13th ed.). Elsevier.

Zaidi, Z., & Lanigan, S. (2010). Intertriginous papules and vegetations. *Clinics in Dermatology*, 28(4), 405–410.
<https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2010.04.008>

Revisión

La inconmensurabilidad en histología como herramienta para integrar las representaciones en sistemas complejos

German Isauro Garrido-Fariña ^{1*}

1. Laboratorio de apoyo a histología y biología. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, Col. San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, CP. 54714, Estado de México, México.

***Autor para correspondencia:**

German Isauro Garrido-Fariña

✉ isaurogafa@yahoo.com.mx

☎ +52 55 28 62 25 17

RESUMEN

La histología ha construido su cuerpo epistémico y ontológico mediante la formación de representaciones universales propias. Se explica como mediante la comprensión del concepto de inconmensurabilidad y como se puede emplear como instrumento epistémico para integrar teorías en cuerpos ontológicos y sistemas simples en sistemas complejos. Se propone un modelo basado en las múltiples posibilidades que se pueden crear a partir de la integración de las ideas centrales de la histología en sistemas de representaciones simples, así como su estructuración dentro de los sistemas ontológicos complejos que forman al cuerpo ontológico de la histología.

Palabras clave: Epistemología de la histología, Inconmensurabilidad, Infinito, Representación en sistemas complejos.

ABSTRACT

Histology has built its epistemic and ontological framework through the formation of universal representations. Explains how through understanding the concept of incommensurability and how it can be used as an epistemic tool to integrate theories into ontological frameworks and simple systems into complex systems. A model is proposed based on the multiple possibilities that can be created by integrating the central ideas of histology into simple representation systems, as well as their structuring within the complex ontological systems that comprise the ontological framework of histology.

Keywords: Epistemology of histology, Incommensurability, Infinity, Representation in complex systems.

INTRODUCCIÓN

La histología desde el punto de vista más simplista es el estudio microscópico de los tejidos biológicos y ha jugado un papel crucial en el desarrollo de la comprensión de la estructura y función de los organismos, así como la explicación del proceso de enfermedad (Garrido, 2024). Sin embargo, durante la escisión de las humanidades y la ciencia mecanicista, se relegó al ejercicio ancestral de aplicar el razonamiento como

herramienta para integrar y enlazar procesos epistémicos y ontológicos mediante elementos metafísicos (Gargiulo, 2017). Explicaremos un concepto filosófico importante la inconmensurabilidad y cómo puede aportar una perspectiva interesante sobre los límites y desafíos para el estudio de la histología. También se propone su aplicación mediante la construcción de sistemas representacionales simples y su estructuración en sistemas complejos presentes en ciencias morfológicas.

En conjunto las teorías de inconmensurabilidad e incompletitud engloban una forma de evidenciar como es que el positivismo lógico y el racionalismo crítico dentro de una revolución científica (Kuhn, 1976) pudieron oponerse, modificar e incluso ralentizar algunos procesos ontológicos, epistémicos (Feyerabend, 1981) y metodológicos (Arroyo, 2016). Mediante una interpretación instrumentalista (Preston, 1997), la inconmensurabilidad se opone al positivismo y al realismo (Perovich, 1991) en aras de la búsqueda de una racionalidad científica amplia integrando elementos metafísicos (Gargiulo, 2017) este dilema sigue presente dentro del cuerpo de la ciencia moderna, particularmente en las ciencias biológicas y adquiere un nuevo auge con la diferencia, como propone Morin (2005) entre: razón, racionalidad y racionalización, para explicar la complejidad.

ORIGEN DE LA INCONMENSURABILIDAD

Estos supuestos de un límite provienen de las matemáticas para explicar la inconmensurabilidad como la ausencia de una medida común para la comparación de diferentes magnitudes. Fue explicado por el pitagórico disidente Hipasos de Metaponto en el siglo V antes de nuestra era (a.n.e.) (Ayerbe, 2024), quien rompió la estructura de la matemática pitagórica y euclidiana, presento los números irracionales como resultado de las raíces cuadradas de números naturales que no son cuadrados perfectos. Más allá de las inconsistencias históricas (Picon, 2006) esta demostración originó una de las primeras revoluciones en las matemáticas, provocando el germen de lo inconmensurable, evidenciando poco tiempo después la incapacidad de la comprobación empírica sin el uso del razonamiento (Ayerbe, 2024). Y a lo largo de los siglos siguientes los maestros matemáticos trataron de ignorar la irracionalidad mediante explicaciones geométricas elegantes, pero fuera de la lógica de los números reales.

La percepción y los procesos metafísicos, por ejemplo, el pensamiento imaginativo razonado (Garrido, 2023a), fueron discriminados por el mecanicismo y empirismo lógico y metodológico (Gargiulo, 2017). Tampoco tomaron en cuenta una sólida la base historiográfica (Garrido, 2023b) y la clara evolución ontológica.

Esto lo podemos observar particularmente en ciencias como las morfológicas, en donde la construcción epistémica se fundamenta principalmente en la reflexión para explicar y demostrar las intrincadas relaciones entre lo visible y lo invisible, lo sano y lo enfermo (Garrido, 2024).

La histología ha creado un cuerpo ontológico robusto basado en la capacidad que le proporciona la inconmensurabilidad, esto le ha permitido poner en duda su propia consecución de ideas y entender su incompletitud dentro de un universo de realidades posibles invisibles. En ciencias morfológicas el gran cúmulo de ideas que ha creado, le permite explicar cómo es que los sucesos ontológicos creados sean compatibles con los siguientes, y en el siguiente nivel de complejidad, esta adecuación permite que los cuerpos ontológicos de anatomía, histología, biología celular y biología molecular, sean una consecución lógica que respeta la inconmensurabilidad de Feyerabend, pero mantienen una consistencia entre las

teorías consecutivas, sin dejar nunca de entender que los términos que se emplean son conceptualmente compatibles. De esta forma, se puede mantener la teoría de deducibilidad de Feyerabend ([Feyerabend, 1981](#)), en donde desde su origen la consecución de todas las teorías morfológicas es lógica, puesto que sus consecuencias ontológicas son compatibles.

Esta consecución de una ontología unificada entre las teorías del cuerpo epistémico de la histología, adquiere mayor robustez cuando las ideas o conceptos centrales que forman su cuerpo ontológico, irremediamente transitan para formar parte de los cuerpos ontológicos de la biología celular y molecular.

Aunque la noción de inconmensurabilidad se crea para referirse a la incompatibilidad conceptual o lógica que existe entre enunciados o teorías científicas sucesivas, también se puede emplear como herramienta para el seguimiento de la consecución ontológica y epistémica, sin dejar de lado la falsabilidad necesaria para poner en duda por principio lo que se deberá explicar mediante la búsqueda de la inconmensurabilidad ontológica entre teorías e incluso entre cuerpos ontológicos ([Preston, 1997](#)). Esto se explica mediante herramientas nuevas, las modificaciones que causa la epigenética en el genoma y el fenotipo, se buscan también las consecuencias sobre el cuerpo ontológico de la biología celular, histología y anatomía.

Cuando a la inconmensurabilidad se le observa desde el punto de vista de la comparación de la idea actual con la idea anterior y la imposibilidad de ser traducido, medido o enumerado del mismo modo que fue medido el anterior ([Flores, 2015](#)) encontramos que en histología, por ejemplo, no solo ha cambiado la capacidad de observar mejor, también ha mejorado la resolución de los aparatos más modernos, eficientes y precisos, pero las unidades de medición y la unidad fundamental de los sistemas biológicos, la célula, siguen siendo el mismo eje de ponderación. De esta forma, las operaciones, instrumentos y objetos epistémicos experimentales a través de los cuales definimos los términos ontológicos de la histología se han mantenido a lo largo de su historia evolutiva, por lo tanto, las ideas del cuerpo ontológico que forman a la teoría anterior y posterior no son excluyentes, existe una consecución entre anatomía, histología, biología celular y biología molecular. Posteriormente deberemos explorar la adecuación e inconmensurabilidad de la multiómica y epigenética, entre otros avances.

Al contrario del punto de vista de Thomas Kuhn, la inconmensurabilidad en histología no se encuentra en la imposibilidad de la traducción al mismo lenguaje, la semántica o el instrumental empleado y su consecuente dificultad de interpretación ([Fernández, 1997](#)), atiende más a la construcción de Feyerabend, en donde el cuerpo ontológico unificado es adecuado, permitiendo la comparabilidad en la construcción de la ontología de las teorías ([Feyerabend, 1981](#)). En histología la inconmensurabilidad se convierte en una herramienta fundamental para su desarrollo atendiendo a la concurrencia de las dos teorías en donde la inconmensurabilidad no se opone a la comparabilidad de teorías ([Gargiulo, 2017; Arroyo, 2016](#)).

Pero Kuhn advierte tímidamente ([Fernández, 1997](#)) de la inconmensurabilidad de los paradigmas consecutivos por su incompatibilidad y de las revoluciones científicas por las diferencias que provoca el lenguaje de la comunidad científica que lo emplea, para explicar las diferencias entre paradigmas o teorías. En histología se ha creado un lenguaje semiótico, en este momento ya es universal, que ha permitido el aprendizaje, comunicación, interpretación, explicación y modificación de teorías, sin enfrentamientos entre las comunidades que integran el cuerpo de la ciencia morfológica. Y más aún Kuhn no se opone a la

comparabilidad de teorías mientras que cumplan, como lo hace la histología, con la identificación de la referencia y de sus términos en cuanto al compromiso teórico del traductor (Kuhn, 1976). La referencia en este caso es el órgano, tejido o célula involucrada y sus términos como la determinación morfológica de su estructura característica, normalidad o modificaciones por cualquier causa. Este ejercicio de traducción es la construcción del diagnóstico morfológico, que al estar escrito en el lenguaje universal, cualquier individuo de la comunidad lo podrá comprender, así como sus consecuencias, tanto para el paciente como para la integración de una novedad o una corroboración práctica al cuerpo teórico de la histología.

EPISTEMOLOGÍA DE LA INCONMENSURABILIDAD EN HISTOLOGÍA

La inconmensurabilidad se refiere a la idea de que hay teorías o sistemas de conocimiento que no pueden ser comparados de manera directa debido a diferencias fundamentales en sus conceptos y métodos. Propondremos ahora, cómo es que el cuerpo ontológico de la histología lo ha usado a lo largo de su historia, manifestándose en 3 dimensiones:

1. **Diversidad de métodos:** a lo largo de la evolución de la histología, han surgido múltiples técnicas y enfoques, desde la microscopía óptica hasta la microscopía electrónica. Cada uno de estos métodos tiene sus propias interpretaciones y marcos conceptuales, lo que aparentemente dificultaría la comparación directa de los resultados obtenidos. Se tiene ya de cierto que los diferentes métodos y su proceso evolutivo tecnológico, no crean dilemas de interpretación, ya que la ponderación se realiza mediante unidades conocidas en estructuras con una variación conocida.
2. **Lenguaje especializado:** La terminología utilizada en histología es en nuestros días un lenguaje universal, que puede ser inaccesible para quienes no están familiarizados con el área biológica. Las barreras que puede generar este fenómeno en la comunicación de resultados y en la integración del conocimiento interdisciplinar, se han flankado gracias a la gran cantidad de información a la cual se puede acceder mediante las herramientas de internet y la inteligencia artificial.
3. **Paradigmas cambiantes:** La historia de la histología está marcada por cambios de paradigmas, como el paso de las teorías basadas en la teoría celular a enfoques más modernos que incluyen la biología molecular. Esta evolución aunque puede crear una sensación de inconmensurabilidad entre los conceptos anteriores y los actuales, hemos podido demostrar cómo es que, atendiendo a las dos explicaciones más conocidas, de Feyerabend y de Kuhn, la inconmensurabilidad se puede emplear como instrumento para mantener la falsabilidad en el pensamiento morfológico y para acompañar a la construcción del conocimiento mediante las representaciones dentro de los sistemas complejos que forman al cuerpo ontológico de la histología.

APLICACIÓN EN HISTOLOGÍA DE LA INCONMENSURABILIDAD COMO CONSECUENCIA E INFINITO MENSURABLE

En ciencias morfológicas la representación está apoyada por construcciones conceptuales y simbólicas que se originan en la representación geométrica simple (Oliver, 2017) y es indispensable aprender a integrarlas

en procesos continuos y complejos. La representación física de la forma básica (Oliver 2017) en caso del intestino, un órgano tubular, permite otorgar un límite físico a la forma, estructura, origen, relaciones y a las funciones del órgano y del sistema digestivo.

Durante la evolución de la histología los morfólogos han construido sus propias entidades conceptuales, asociadas a una representación figurativa o simbólica. Si se emplea adecuadamente este ejercicio de creación del lenguaje propio, permitirá que se puedan sobrepasar las teorías que predicen la necesidad del individuo de intuir e inferir, para poder construir mediante representaciones no propias o utilizar interpretaciones ajenas para desarrollar un proceso metafísico complejo. La ontología de la célula con los conceptos y representaciones que la integran, cuenta con un número menor al principio de su construcción como ente ontológico y conforme evolucionó en el entendimiento humano, aumentó el número de conceptos, siendo inconmensurable esta diferencia, pero también físicamente ha aumentado el número de elementos identificados en la célula como un todo, a los distintos sistemas que representan un proceso fisiológico, por ejemplo, la cantidad de proteínas involucradas en el proceso de replicación del ácido desoxirribonucleico. Es imposible hacer comparaciones al realizar un recuento de la cantidad de elementos conceptualizados actualmente, con las que se encuentran en el pensamiento de construcción de la idea de célula de Golgi o Cajal. También el número de procesos descritos en el sistema celular es inconmensurable, no hay “forma” de hacer una comparación de lo que sucede en la célula, cuando se ofrecieron las primeras explicaciones del metabolismo celular con el conocimiento que nos ha permitido acumular la biología y fisiología celular.

Por otro lado, si explicamos a las funciones básicas del órgano como construcciones representacionales simples, por ejemplo, contención, conducción absorción y defensa, cada una de estas representaciones se convierte en un ente ontológico con infinitos cuantificables que proporciona límites funcionales dentro del límite físico.

La construcción de cada una de estas representaciones funcionales es compleja y está construida mediante la agregación de varias construcciones representacionales también complejas, por ejemplo: la construcción de la idea central de la célula como entidad morfofisiológica la cual contiene un número infinito de sistemas y procesos compuestos a su vez por un sinnúmero de biomoléculas. O el metabolismo general como un proceso complejo integrado por múltiples procesos complejos, que a su vez están compuestos por una gran cantidad de procesos simples.

Podemos pensar que son infinitos tanto en número de posibilidades funcionales como en posibilidades aberrantes que originan la enfermedad. Si les otorgamos un estatus ontológico nuevo a cada elemento, podemos llegar a reunir una multitud única integrada por el estudio de cada una de las biomoléculas conocidas y si tomamos a la célula como objeto ontológico, la construcción de su representación estará dada o se originará en la construcción de conceptos simples, que quizá no están interconectados todavía, teniendo en este conjunto representaciones básicas e implícitas con una gran cantidad de elementos, que el profesor debe originar que puedan ser explicitadas y entendidas por el alumno.

Si esto no sucede así, el alumno no podrá ser consciente del cambio necesario para hacer las transformaciones conceptuales de la idea célula, creada por ideas o conceptos previos válidos pero insuficientes para explicar o describir un fenómeno complejo. No se tienen conceptualizados los elementos del sistema complejo anterior para explicar el nuevo.

Si los alumnos son obligados a un aprendizaje constructivista en donde deben memorizar elementos y procesos sin un eje que contenga origen, función y final, entonces tendrán una gran cantidad de elementos inconexos. Si el fenómeno que se trata de entender, no integra todos los conceptos aprendidos, el alumno difícilmente podrá otorgarle algún sentido, por lo tanto, esperar algún cambio conceptual en las ideas centrales previas que entiende, es casi imposible.

Si los elementos conceptualizados por el alumno no están integrados en algún sistema representacional complejo, ya sea que formen parte de ideas previas o recientemente aprendidas, no podrá generarse un vínculo con el sistema nuevo que se quiere estructurar. De este modo el cambio conceptual estará basado en la construcción de sistemas representacionales simples, de lo que necesitamos explicar o enseñar, para poder escalarlos a sistemas representacionales más complejos o múltiples sistemas simples reunidos para dar forma a un sistemas complejo y varios sistemas complejos para conformar la hiperrealidad de los sistemas biológicos.

A partir de representaciones explicitadas por el individuo, este podrá interpretar y construir por sí mismo los conceptos para integrarlos a los sistemas representacionales complejos (Flores, 2015).

Mientras más complejas sean las construcciones de las representaciones en los sistemas complejos, la capacidad de generar cambios conceptuales significativos no sólo aumentará, sino que el alumno eventualmente podrá construir sus propias representaciones complejas inconmensurables, mediante la integración de nuevas ideas centrales, entonces se crea una paradoja en donde las representaciones básicas se crean antes que los conceptos centrales (Pozo, 2001), pero estos últimos están integrados en la construcción de las representaciones cuando se construyen sistemas representacionales complejos.

La construcción de una representación compleja y significativa no necesita ser empírica, si el individuo ha podido aprender a construir estas representaciones complejas mediante la conceptualización de las representaciones simples previas propias. Estas ideas son el resultado de la elaboración de estructuras creadas con los conceptos simples que él mismo debió haber interpretado mediante la observación y tendrá la capacidad suficiente para integrar cualquier representación simple o compleja dentro de cualquier proceso complejo. Cuando el alumno entiende cada uno de estos sistemas complejos, podrá formar parte junto con otros sistemas complejos, de la concepción general del proceso de normalidad, habiendo entendido este sistema representante de la salud y homeostasis, podrá iniciar la construcción de las representaciones posibles pero ahora supeditado a procesos simples o complejos aberrantes o modificados que llevan al organismo hacia la senescencia o a la enfermedad.

Esta forma de comprender la normalidad lo preparará adecuadamente para construir sistemas complejos aberrantes e infinitos denominados enfermedad y sus infinitas posibilidades de resolución natural o promovido por el ejercicio de la medicina curativa.

Entonces para evitar lo inconsciente del proceso aleatorio que provoca el uso de representaciones implícitas (Pozo, 2017), la explicación tanto de la salud como de la enfermedad, se hará mediante la explicación de las entidades ontológicas que estarán expuestas de forma epistémica por la agregación, ahora consciente, de los conceptos centrales vinculados por un eje conductor, el cual será creado por los límites propuestos por la inconmensurabilidad, el propósito fisiológico o las posibilidades de enfermedad de alguna estructura, tejido, órgano o sistema corporal.

Este entrenamiento, reconocer a lo normal dentro de límites establecidos por el sistema complejo que explica una organización y función biológica, puede preparar al alumno para considerar esquemas de pensamiento complejo y divergente, esenciales para la explicación de la enfermedad y sus múltiples posibilidades de resolución.

REFERENCIAS

- Arroyo Ramírez, A. (2016). *Inconmensurabilidad: análisis comparativo en las propuestas filosóficas de Thomas S. Kuhn y Paul K. Feyerabend* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. Tutora: María de la Cruz Galván Salgado.
- Ayerbe Toledano, J. M. (2024). Los dos grandes tesoros de la geometría y el descubrimiento de las magnitudes inconmensurables. *Lecturas Matemáticas*, 45(1), 35–72.
- Fernández Moreno, L. (1995). La noción de inconmensurabilidad en Kuhn. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 18(35), 441–456.
- Feyerabend, P. (1981). *Realism, rationalism and scientific method*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139171526>
- Flores-Camacho, F., & Gallegos-Cázares, L. (2015). Transformación de las representaciones en el aprendizaje de la ciencia. En L. M. Rodríguez Salazar & Z. Monroy Nasr (Eds.), *Psicología para epistemólogos, epistemología para psicólogos* (pp. 192). Corinter-Gedisa. <https://isbn.org/9786077618614>
- Gargiulo, T. (2017). La doctrina de la inconmensurabilidad en Paul Feyerabend: Una objeción contra una particular concepción de racionalidad científica. *Pensamiento*, 73(276), 335–362. <https://doi.org/10.18800/arete.201601.003>
- Garrido-Fariña, G. I. (2023a). *Epistemología de la histología. Una aproximación ontológica y epistémica*. Editorial Académica Española.
- Garrido-Fariña, G. I. (2024). La raíz alquímica que comparten las ciencias biológicas e histología. *Revista Panamericana de Morfología*, 2(5), 22–24.
- Garrido-Fariña, G. I., & López-Pérez, V. M. (2023b). La historia integral de la histología y microtecnia como herramienta epistémica para las ciencias biológicas. En D. Reis Joaquim de F. (Ed.), *Principais temas da pesquisa em ciencias biológicas* (pp. 57–68). Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.932232103>
- Garrido-Fariña, G. I. (2024). La preparación histológica, del objeto material a la herramienta epistémica y al modelaje epistémico. *Revista Panamericana de Morfología*, 1(4), 9–17.
- Kuhn, T. S. (1976). Theory-change as structure-change: Comments on the Sneed formalism. *Erkenntnis*, 10(2), 179–199. <https://www.jstor.org/stable/20010505>
- Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe*. Éditions du Seuil.
- García Tovar, C. G., Soto Zárate, C. I., Garrido Fariña, G., & Rodríguez Salazar, L. M. (2017). Epistemología de la imaginación: El pensamiento geométrico en la enseñanza de la anatomía y la histología. *Latin American Journal of Science Education*, 4, 22061.
- Perovich, A. (1991). Incommensurability, its varieties, and its ontological consequences. En G. Munevar (Ed.), *Beyond reason: Essays and the philosophy of Paul Feyerabend* (pp. 313–328). Boston Studies in the Philosophy of Science, Vol. 132.
- Picón Casas, J. (2006). La inconmensurabilidad: Manual formativo de ACTA, (41), 43–51.
- Pozo, J. I. (2001). *Humana mente: El mundo, la conciencia y la carne*. Morata.
- Pozo, J. I. (2017). Learning beyond the body: From embodied representations to explicitation mediated by external representations. *Journal for the Study of Education and Development*, 40(2), 219–276. <https://doi.org/10.1080/02103702.2017.1306942>
- Preston, J. (1997). *Feyerabend: Philosophy, science, and society*. Polity Press.

Revisión sistemática

Morphofunctional study of the cervical ribs and thoracic outlet syndrome: a review.

Paulo Vinícius dos Santos Chagas^{1*}, Rebeca Maurício Carneiro da Silva², Leandro Moura Silva³, José Jailson Costa do Nascimento³

2. Department of Physiotherapy, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

3. Department of Medicine, Centro Universitário de João Pessoa, João Pessoa, PB, Brazil.

4. Department of Anatomy, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

***Autor para correspondencia:**

Paulo Vinícius dos Santos Chagas

✉ paulochagas038@gmail.com

ABSTRACT

The cervical rib (CR) is a supernumerary rib that has been described since the beginning of the 20th century. It can originate from the costal element of the C7 vertebra or from a prolongation of its transverse process. Its presence may be associated with neurovascular manifestations, especially thoracic outlet syndrome (TOS). This study aimed to summarize the scientific evidence on the morphological, clinical, and functional aspects of CRs in TOS from 2004 to 2024, based on the PRISMA-ScR guidelines. CRs typically consist of a head, neck and tubercle. They are more prevalence in women during the fertile period. There is no significant difference between the left or right side when this structure only appears on one side. Genetically, it exhibits an autosomal dominant inheritance pattern, resulting from a genetic mutation. In the context of TOS, the dimensions of the CR can impact how the condition manifests itself. For early diagnosis and assessment, X-rays and advanced imaging methods are essential. In cases of neurogenic TOS, CRs often compress the lower primary trunk of the brachial plexus, resulting in nerve lesions that cause pain, sensitivity changes and muscle weakness in the ipsilateral upper limb. In arterial TOS, vascular compression can lead to claudication, muscle weakness, decreased temperature, tissue alterations and retrograde embolism in the subclavian artery.

Keywords: Anatomical variation, Brachial plexus, Cervical rib, Thoracic outlet syndrome, Subclavian Artery.

RESUMEN

La costilla cervical (CC) es una costilla supernumeraria descrita desde principios del siglo XX. Puede originarse en el elemento costal de la vértebra C7 o en una prolongación de su apófisis transversa. Su presencia puede asociarse a manifestaciones neurovasculares, especialmente al síndrome de la salida torácica (SST). Este estudio pretende resumir la evidencia científica sobre los aspectos morfológicos, clínicos y funcionales de los CC en el SST desde 2004 hasta 2024, basándose en las directrices PRISMA-ScR. Los CC suelen constar de cabeza, cuello y tubérculo. Son más prevalentes en mujeres durante el periodo fértil. No hay diferencias significativas entre el lado izquierdo o derecho cuando esta estructura sólo aparece en un lado. Genéticamente, presenta un patrón de herencia autosómico dominante, resultado de una mutación genética. En el contexto del SST, las dimensiones del CC pueden influir en la forma en que se manifiesta la afección. Para un diagnóstico y una evaluación precoces, son esenciales las radiografías y los métodos avanzados de diagnóstico por imagen. En los casos de SST neurogénico, los CC suelen comprimir el tronco primario inferior del plexo braquial, lo que provoca lesiones nerviosas que causan dolor, cambios de sensibilidad y debilidad muscular en la extremidad superior ipsilateral. En el SST arterial, la compresión vascular

puede provocar claudicación, debilidad muscular, disminución de la temperatura, alteraciones tisulares y embolia retrógrada en la arteria subclavia.

Palabras clave: Arteria subclavia, Costilla cervical, Plexo braquial, Síndrome de salida torácica, Variación anatómica.

INTRODUCTION

In the field of anatomy, the term “normal” is characterized by structures most frequently observed in a sample of individuals (Di Dio, 2002). Anatomical variation refers to the study of morphological differences that arise in the structures of the human body, which do not normally affect functionality and, as a result, do not present themselves as pathological nosological entities (Kachlík *et al.*, 2020). It is worth noting that the definition of anatomical variation is totally distinct from the context of congenital anomaly, since anomaly is about structural or functional defects in organs that are present at birth and can affect the viability of life, thus increasing the individual's morbidity and mortality rates (Pereira *et al.*, 2019). However, anatomical variants under any altered condition can go unnoticed both functionally and clinically, or they can aggravate an existing condition or even trigger a new one (Kachlík *et al.*, 2020). Characteristics that escape from the normal anatomical pattern require a great deal of knowledge, thus offering valuable insights for making more accurate diagnoses and facilitating improved therapeutic interventions (Sañudo *et al.*, 2003).

Throughout evolutionary history, the number of ribs and vertebrae in mammals has remained remarkably consistent (Schut *et al.*, 2020). In this context, morphological changes in the cervical spine have occurred during phylogeny, coinciding with changes to an orthograde body posture and bipedal movement (Karapetian, 2017). The cervical ribs (CR), a structure already mentioned in the studies of Galen in the 2nd century A.D. and in the 16th century by Andreas Vesalius, are defined as supernumerary ribs, of a congenital character, in relation to the twelve standard thoracic ribs. They usually arise from the cervical vertebra or may result from an increase in its transverse process (Adson *et al.*, 1927; Spadliński *et al.*, 2016). CRs are frequently observed in reptiles and are rarely seen in humans due to the faster development of the vertebral column compared to the upper limbs. This disparity leads to an oblique angulation of the spinal nerves in the limb bud, which interrupts the formation of CRs (Abimbola *et al.*, 2014). In the general population, the occurrence of this additional anatomical feature ranges from approximately 0.2% to 1.2% (Nwadinigwe *et al.*, 2018).

In the past, CRs were considered an asymptomatic condition with no clinical relevance (Chang *et al.*, 2013). However, its significance became apparent after the detailed description and understanding of the anatomy of the thoracic outlet (Bokhari *et al.*, 2012). Although the term thoracic outlet may be etymologically inaccurate, it designates the funnel-shaped virtual space that guides nerve and vascular structures on their way to the upper limbs (Kuhn *et al.*, 2015). Its broad base is formed by the interscalene emergence of the brachial plexus and the upper thoracic opening, with its apex extending to below the pectoralis minor muscle (Campo, 2012). The presence of CR in this anatomically crowded region of important structures can contribute up to 30% in the development of thoracic outlet syndrome (TOS) (Bokhari *et al.*, 2012; Masocatto *et al.*, 2019).

The natural progression of TOS is slow, and the variety of symptoms contributes to the difficulty in diagnosis (Alemán-Iñiguez *et al.*, 2021). In this sense, factors such as a lack of clinical consensus regarding diagnosis, poor awareness on the part of the medical team of the presence and anatomical-functional characteristics of the cervical ribs, the subjective nature of the pathology, the wide range of symptoms indicative of other diseases, mean that there is an average delay of 4 years in deriving a diagnosis of the disease after the initial presentation, severely affecting the individual's quality of life (Illig *et al.*, 2021). The aim of this study was to summarize the scientific evidence from the last 20 years on the morphological, anatomical and functional aspects of CR and its impact on TOS.

MATERIALS AND METHODS

This study is a scoping review of anatomo-clinical evidence on CR in the context of TOS, covering publications from 2004 to 2024. It was guided by the following research question: What is the current anatomo-clinical evidence on cervical ribs in the context of TOS? The study selection and screening process followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) guidelines and was summarized using a flowchart. The screening process was carried out using the Rayyan® platform (<http://rayyan.qcri.org>), and included all studies identified through the predefined search strategy.

A literature search was performed in September 2024 across the following electronic databases: PubMed, LILACS, Cochrane Library, SciELO, and ScienceDirect. The search strategy included the following descriptors combined with Boolean operators: “Cervical Rib” OR “Cervical Rib Syndrome” AND “Congenital Abnormalities” AND “Thoracic Outlet Syndrome”. The initial screening was based on title and abstract content. Eligible studies were those published between 2004 and 2024, in any language. Inclusion criteria comprised original research, review articles, case reports, and case series that addressed the research question. Exclusion criteria included duplicates, incomplete entries in databases, and any content that did not qualify as a scientific article.

RESULTS

Selection and profile of studies

During the literature search, of the 581 articles retrieved, 42 were duplicates. 216 were excluded after screening the title and abstract and a further 88 were excluded after reviewing the full text because they did not meet the guiding question. Thus, 44 articles were included in this review (Figure 1).

After a thorough analysis of the selected studies, the data were compiled descriptively, including information on the main author, year of publication, country of origin, study methodology, and the findings obtained (Table 1).

The geographical distribution of the studies showed that India contributed the most, accounting for approximately 30,2% of the included articles, followed by the United States with 21,8% and Brazil with 14,9%. Studies from India reported a notably high incidence of CRs, particularly among women, along with evidence of a genetic predisposition. In contrast, most studies from the United States focused on therapeutic methods, especially the effectiveness of surgical resections. Contributions from Brazil were primarily in the form of anatomical studies, case reports, and systematic reviews.

Among the 44 selected studies, case reports and cross-sectional studies were the most prevalent, comprising approximately 59% of the overall sample. Case reports were the most frequent, representing 36,3% of the analyzed articles. These studies highlighted documented morphological variations of CR and novel therapeutic approaches associated with TOS. Cross-sectional studies made up about 22,7% and played a crucial role in evaluating the prevalence of CR through radiographs and CT scans.

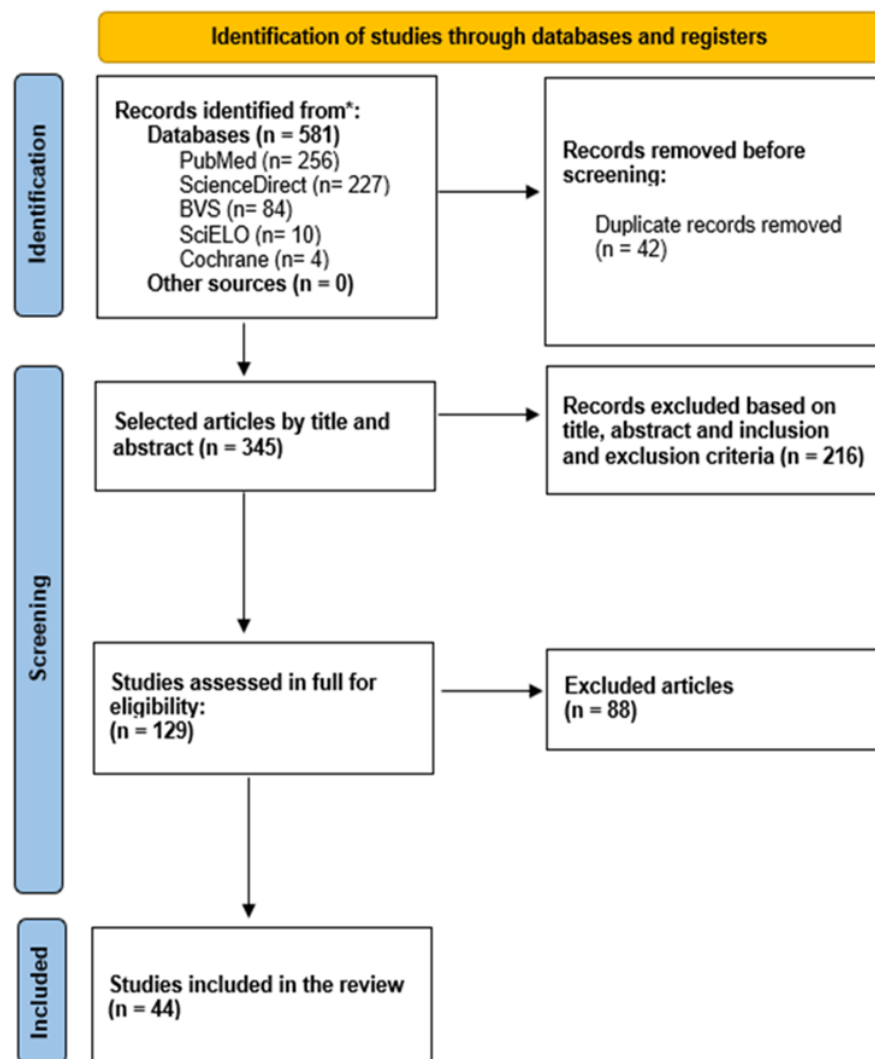


Figure 1. PRISMA flowchart representing the inclusion and exclusion of the studies selected for this review.

Review articles accounted for 18,1%, playing an important role in the embryological and morphological contextualization of CR, as well as in presenting clinical discussions regarding the neurovascular impact of this anatomical variation. Retrospective observational studies represented 13,6%, contributing to the understanding of clinical and radiological data of patients over time, without direct intervention.

Table 1. Data extraction table of the studies eligible for the review.

Author / Year	Study design	Country	Methodology	Results obtained
Abimbola et al., 2014	Cross-sectional study	Nigeria	Analysis of 500 cervical radiographs in adult patients from Nigerian hospitals with identification of CR by specific anatomical criteria.	Prevalence of 0,6%, with a higher incidence in women (0,78%). CR can cause neurovascular compression in the thoracic outlet, resulting in pain, tingling and weakness in the upper limb.
Agarwal et al., 2018	Retrospective observational study	India	Evaluation of 8.000 chest X-rays to identify CR. Data analyzed included gender, age and laterality of the anatomical variation.	Prevalence of 0,79%, predominantly in women. Bilaterality was observed in 69,84% of cases. Evidence shows a relationship with neurovascular compression, especially in women during childbearing.
Aignătoaei et al., 2018	Case study	Romania	Review of 11.853 imaging exams in adults. Classification based on developmental defects.	Three cases of bilateral CR were identified. Reports suggest that 10% of patients with this condition may develop TOS, highlighting the importance of early detection.
Al Subishi et al., 2022	Cross-sectional study	Oman	Analysis of 1.165 CT scans of the cervical spine performed between January 2016 and December 2020 at a tertiary hospital in Oman.	The prevalence of cervical ribs was 0,94%, with females predominating. The majority of cervical ribs were unilateral (54%). Elongated transverse processes of C7 were observed in 18,45% of patients, with a higher prevalence in men. The prevalence of elongated transverse processes was comparable to that of the Saudi population.
Alemán-Iniguez; Hermida-Córdova, 2021	Case study	Ecuador	He describes the history of a young patient with bilateral CR, who underwent a detailed clinical evaluation, CT studies and electrophysiological tests to determine BP compression, and surgery to excise the right CR with neurolysis and neural transposition.	Symptoms improved post-surgery, with progressive recovery of strength in the right hand. Post-operative electrophysiological tests showed persistent reduced recruitment in the distal muscles, indicating a slow recovery process. The left CR did not cause compression and remained asymptomatic. The study highlights that CR can be an asymptomatic anatomical variation or lead to neurovascular compression, requiring individualized assessment for therapeutic decisions.
Bhat et al., 2015	Cross-sectional study	India	Analysis of 2.000 chest X-rays with clear diagnostic criteria for CR and elongated transverse processes.	Prevalence of 2,67%, with a higher incidence in women (3,1%). In 66% of cases, the ribs were unilateral. The findings reinforce the association with vascular and neurological alterations in TOS.
Bokhari et al., 2012	Cross-sectional study	Saudi Arabia	Review of 1,000 chest X-rays with standardized criteria for identifying CRs.	Prevalence of 3,4%, predominantly in women and bilateral in 41% of cases. The presence of CR is associated with compression of the BP and SA, contributing to TOS.
Bots et al., 2011	Descriptive observational study	Netherlands, Finland	He investigated 199 fetuses from elective abortions, using alizarin staining to analyze bone anomalies.	A 40% prevalence of CR, associated with a higher risk of fetal mortality. Studies suggest a relationship with alterations in the development and expression of Hox genes, which are essential for the morphology of the axial skeleton.
Braga, et al., 2013	Case study	Portugal	He described the case of a young man with bilateral CR, aTOS and surgical success after resection.	Bilateral CR caused compression of the right SA, generating stenosis and post-stenotic dilatation. Surgery was effective in restoring functionality.
Brewin et al., 2009	Cross-sectional study	United Kingdom	It examined 1,352 chest X-rays of adults to determine the prevalence of CR.	Overall prevalence of 0,74% in the London population; higher frequency in women. Less than 10% had symptoms, such as nTOS and vascular compression.
Campo, 2012	Case study	Mexico	Review of nTOS, analyzing 53 surgical cases after failure of conservative treatments.	Partial or complete CR or apophyseal transversoemegaly of C7, often associated with compressive symptoms of nerve and vascular structures. Predominantly in women.

(Continue on the next page)

Table 1. Data extraction table of the studies eligible for the review.

Chang et al., 2013	Retrospective observational study	USA	Analysis of 23 CR resections in 20 patients with TOS. Methods included clinical examinations, duplex ultrasound, and surgery (transaxillary or supraclavicular approach).	CRs cause significant neurovascular compression, often fused to the first rib. Patients with TOS present with neurogenic, arterial or venous symptoms. Combined resection of the CR and first thoracic rib has been effective in relieving symptoms, especially in cases of bone fusion and arterial complications (aneurysms or thrombosis).
Connolly et al., 2021	Narrative review	USA	Discussion on the embryology, anatomical variants and clinical implications of thoracic outlet anomalies, with a focus on CR.	CRs result from a failure in the embryological regression of the C7 costal process, often associated with compression of the BP and SA. Predisposition to TOS increases in cases of pre-fixed or post-fixed BP, which alter the anatomical relationship in the canyon space.
Dharmshaktu et al., 2016	Retrospective observational study	India	Analysis of 1,500 cervical and thoracic radiographs to assess the prevalence of CR and other vertebral anomalies.	Prevalence of 0.8%, predominantly in women. The CRs were bilateral in all cases. Although mostly asymptomatic, the cases show potential for neurovascular improvement, especially in symptomatic presentations of TOS.
Farina et al., 2019	Case study	Italy	Detailed study of a case with bilateral RC and anterior scalene muscle hypertrophy, using Doppler ultrasound, Adson's test and imaging tests for diagnosis.	The patient presented VS alterations in the interscalene triangle, with pain, cyanosis and paresthesia. The association of CR and scalene hypertrophy contributed to the development of TOS. Conservative management with physiotherapy for the symptoms.
Farzam et al., 2023	Case study	Afghanistan	Case report of a 32-year-old man with severe pain in his right arm, who underwent CT angiography which revealed bilateral CR (more prominent on the right), with pseudoaneurysm and arterial thromboembolism.	This study highlighted the direct relationship between CR and aTOS, emphasizing that pseudoaneurysms and thromboses often result from vascular compression. The images showed bone fusion between the CR and the first thoracic rib, implying serious complications for the vascular system.
Fliegel et al., 2023	Narrative review	USA	Narrative review on anatomy, anatomical variants, clinical complications and diagnostic methods related to CRs.	The prevalence of CRs ranges from 0.5 to 1%, most of which are asymptomatic. When symptomatic, they often cause compression of the BP or SA. Vascular compression can lead to severe distal ischemia. In addition, diagnostic methods such as CT and MRI are recommended for accurate assessment of anatomy and structural compression.
Gelabert et al., 2018	Retrospective cohort study	USA	Analysis of 70 transaxillary surgical procedures for resection of the CR and first ribs in patients with nTOS and aTOS.	CR resection, when indicated, showed a significant improvement in symptoms in 92.8% of patients. Its presence was associated with compression of neurovascular structures, especially in cases of aTOS, where aneurysms and subclavian thrombosis were prevalent. The study also highlighted that the transaxillary approach is effective and associated with low morbidity and complications.
Gupta et al., 2012	Cross-sectional study	India	Analysis of 12,950 chest X-rays of individuals, covering both sexes, to estimate the prevalence of CR in Lucknow.	Overall prevalence of 0.6%; higher incidence in women (0.73%) compared to men (0.49%). Bilaterally symmetrical CRs were the most frequent.
Henry et al., 2018	Systematic review with meta-analysis	Poland, USA, Norway, Italy	Analysis of 141 studies with data on the prevalence of CR in healthy individuals and patients with TOS.	Prevalence in healthy individuals (1.1%) and patients with TOS (29.5%). Evidence suggests that CR significantly increases the risk of TOS, especially neurogenic and vascular TOS.
Jiang et al., 2019	Case study	China	Description of a 32-year-old patient diagnosed with aTOS associated with thrombosis in the axillary and brachial arteries caused by CR.	Confirmation of the causal relationship between CR and vascular compression, leading to thrombosis. Early diagnosis and surgical management are crucial to avoid serious complications.

(Continue on the next page)

Table 1. Data extraction table of the studies eligible for the review.

Kaderi et al., 2021	Case study	India	Report of a rare variant of CR that fused to the transverse process of C6, causing aTOS, documented with Doppler and angiotomography.	Clinical evidence of significant arterial compression associated with rare anatomical variants, with ischemia and gangrene in the upper limbs; highly relevant in differential diagnoses of TOS.
Karapetian, 2017	Descriptive observational study	Russia	Analysis of five osteological samples to map patterns of morphological variation of cervical vertebrae in different populations.	CR is more frequent in women and is linked to genetic and epigenetic factors; prevalence varies globally from 0.58% to 6.2%; possible link with systemic malformations.
Köksal, 2019	Narrative review with case study	Türkiye	One case of a large complete CR, simulating a thoracic rib. Severe TOS symptoms assessed clinically and with imaging tests.	Impacted CR morphometry was directly associated with severe neurovascular compression. Suprascapular surgery proved effective in treating the patient.
Laichan et al., 2016	Cross-sectional study	Nepal	3,600 cervical and thoracic X-rays were analyzed to determine the prevalence of CR and associated symptoms.	The prevalence of CR was 1.1%, more frequent in women. 10.25% of patients had symptoms compatible with TOS, such as arm pain and cervical inflammation. The majority of ribs were bilateral (46.2%), and unilateral presence was more common on the right (38.5%).
Masińska et al., 2023	Narrative review	Poland	Analysis of multiple studies to determine congenital, acquired and traumatic factors associated with TOS, with an emphasis on CR as a predisposing factor.	CRs are present in 1.1% of the general population, but in 29.5% of patients with TOS. They are mainly associated with aTOS, causing embolism and ischemia. Studies suggest that CRs alone are not enough to trigger TOS, but significantly increase the risk when combined with other anatomical or traumatic factors.
Marciano et al., 2023	Narrative review	Brazil	A review of 17 articles addressing TOS from an anatomo-clinical perspective, highlighting etiology, diagnosis and treatment.	TOS can occur in three main locations: the interscalene triangle, the costoclavicular space and the pectoralis minor space, leading to variation in the neurovascular bundle. CRs are present in up to 85% of surgical cases of TOS, and are a determining factor for vascular or neurological specification. Early diagnosis improves therapeutic results.
Martins et al., 2007	Case study	Brazil	Clinical case of a 9-year-old child with nTOS secondary to a VC fracture. Diagnosis by radiography and electrophysiology, with a surgical approach.	The fracture of the RC led to distension of the BP, resulting in progressive pain, paresthesia and motor deficit. Surgical resection was effective, relieving symptoms and highlighting the relationship between CR and TOS. The study highlights the rarity of childhood TOS and the importance of differential diagnosis.
Navandhar et al., 2024	Case study	India	Incidental discovery of a CR in a 53-year-old patient during investigation of acute cholecystitis.	Although the patient was asymptomatic for TOS, the study highlights that CRs can be detected incidentally, alerting us to the need for additional clinical assessments to avoid future symptoms of neurovascular compression.
Nwadinigwe et al., 2018	Case study	Nigeria	Study of a patient with bilateral TOS caused by CR. It included imaging tests, a surgical approach and post-operative follow-up.	In bilateral cases, RC can cause irradiated pain, paresthesia, sensory loss and muscle weakness in the upper limbs. It has been observed that bone fusion and fibrous bands contribute to neurovascular compression. Surgical resection of the ribs resulted in complete relief of symptoms.
Morel et al., 2019	Retrospective cohort study	France	It reviewed 33 patients who underwent CR resection between 2004 and 2016, analyzing the impact on professional life and functional recovery. It evaluated pre- and post-operative symptoms, as well as clinical tests.	The surgery resulted in significant functional improvement, allowing 64% of patients to return to work. The study identified a strong association between CR and AS compression, with 9 cases of aneurysms and 2 of arterial thrombosis. It indicates that the presence of CR is strongly related to aTOS and nTOS, and that surgical resection offers important benefits.
Oliveira et al., 2024	Case study	Brasil	Detailed analysis of a rare case of CR fused to the first thoracic rib in an osteological specimen.	Fusion of the CR with the first thoracic rib can increase the risk of neurovascular compression, aggravating TOS symptoms. Synostosis can lead to more severe compression of the SA and BP, suggesting a greater risk of vascular and neurological compromise.

(Continue on the next page)

Table 1. Data extraction table of the studies eligible for the review.

Patrone et al., 2019	Integrative review	Brazil	Review of 26 national and international articles on the etiology, pathophysiology, diagnosis and treatment of TOS. It included theoretical, quantitative and qualitative studies.	The review highlights that CR is one of the main anatomical causes of TOS, especially in the neurogenic form. Patients with CR are at greater risk of BP compression, resulting in chronic pain, paresthesia and muscle weakness. The diagnosis must be confirmed by imaging tests such as X-rays, CT and MRI.
Sabapathy et al., 2010	Case study	India	Clinical case of a 14-year-old girl with TOS secondary to pseudoarthrosis of the CR. Diagnosis by magnetic resonance imaging and computerized tomography.	The patient developed severe BP wear due to a pseudoarthrosis of the CR, resulting in intense pain, paresthesia and severe functional limitations. Surgical resection completely relieved the symptoms, highlighting the direct relationship between cervical anomalies and TOS.
Sharma et al., 2014	Cross-sectional study	India	Analysis of 5000 chest X-rays of Central Indian patients to determine the prevalence of TOS and its association with gender, laterality, manual dominance and other bone anomalies.	Prevalence of 1,22%, with a unilateral predominance (0,78%) and a slight male predominance. Non-significant associations with thoracic scoliosis and elongated transverse processes of C7. Less than 10% of sufferers develop TOS, suggesting that the presence of CR alone is not enough to cause the clinical condition.
Schut et al., 2020	Retrospective cohort study	Netherlands	Analysis of 374 deceased fetuses and neonates, evaluating vertebral anomalies and genetic variants associated with CR.	CR were present in 50.3% of cases, and were more common in stillbirths (53.9%). The study suggests that cervical ribs may be a marker of abnormal development, often associated with vascular and neurological abnormalities that may predispose to TOS.
Silva Filho et al., 2021	Case study	Brazil	Two cases surgically treated for aTOS associated with CR, using angiotomography and supraclavicular approach for resection.	SA participation is involved in microembolization and aneurysms. Resection of the CRs restored arterial flow and relieved symptoms. The evidence highlights the importance of the surgical approach to prevent serious complications of TOS.
Spadlinski et al., 2016	Narrative review	Poland	Literature review and population analysis on the morphology, embryology and clinical manifestations of CR.	The CR can compress the BP and SA, resulting in neurological symptoms (paresthesia, muscle weakness) and vascular symptoms (ischemia, thrombosis). Prevalence varies between 0,58% and 6,2% in the populations analyzed.
Venkatesan et al., 2014	Retrospective observational study	India	Analysis of 1500 chest and cervical spine X-rays of patients seen in Chennai hospitals to determine the incidence of CR.	The incidence was 1,16%, predominantly in men. 90% of cases were unilateral. The study suggests that vascular compression was more prevalent than neurogenic compression, contradicting previous studies which pointed to nerve compression as predominant in TOS. The presence of a CR reduced the costoclavicular space, favoring neurovascular compression.
Viertel et al., 2012	Retrospective observational study	USA	Review of 3404 CT scans of the cervical spine to determine the incidence of CR and the rate of reporting by radiologists.	The incidence was 2%, with a predominance of 2,8% in women and 1,4% in men. 40,3% of cases were bilateral. The study highlighted that the presence of CR increases the risk of developing TOS 10-fold, and compression of the BP or SA was observed in up to 10% of those affected. There was underreporting in 74,6% of cases, suggesting that the condition is often overlooked in clinical practice.
Walden et al., 2013	Retrospective observational study	USA	Review of 2083 MRI scans of the cervical spine to identify CR and assess their clinical relevance. Comparison with CT scan when available.	The prevalence found was 1,2%, lower than in CT studies. 22,9% of RCs came into contact with the BP, but few cases showed clear symptoms of plexopathy. MRI was less sensitive than CT in identifying bone structure. Only one confirmed case of TOS was reported, in which compression of the AS was evidenced by MRI angiography.
Yadav et al., 2021	Case Study	Nepal	Report of five cases of female patients with symptoms such as neck pain, tingling and weakness, treated surgically with resection of the CR.	TOS can manifest in adolescence due to disproportionate growth between the neck and shoulders, leading to neurovascular compression. The surgery resulted in a significant recovery of symptoms in an average period of 9 weeks.

aTOS= Arterial thoracic outlet syndrome; BP= Brachial Plexus; CR= Cervical rib; CT= Computed Tomography; nTOS= Neurological Thoracic Outlet Syndrome; MRI= Magnetic Resonance Imaging; SA= Subclavian Artery; SV= Subclavian Vein; TOS= Thoracic outlet syndrome; USA= United States.

Morphological and Embryological Aspects of CRs

Based on the articles presented in [Table 1](#), CRs are defined as congenital supernumerary ribs that exceed the typical count of twelve thoracic ribs. These ribs usually develop from the seventh cervical vertebra or can arise from an overgrowth of their transverse process, a condition called transverse apophysomegaly. Some studies have reported CRs arising from the fourth to sixth cervical vertebrae. They commonly consist of a head, neck, and tubercle, although in certain cases, the presence of a diaphysis has also been observed. The prevalence of CR in the general population varies and is influenced by factors such as ethnicity and geographic region. Most studies suggest a female predominance, with a female-to-male ratio of approximately 2:1, most often seen in individuals aged 20 to 50 years. In terms of laterality, CRs may be unilateral or bilateral, frequently presenting asymmetrically. While no significant difference is observed between left and right-sided cases when unilateral, the right side is slightly more common than the left, both in the general population (51,6% vs. 48,4%) and among patients with TOS (51,1% vs. 48,9%, respectively).

For many years, the scientific community viewed this anatomical variation as indicative of a pathological genotype, a notion that remains controversial today. CRs are thought to arise due to mutations in the HOX-4 and HOX-5 genes, along with inactivation of growth differentiation factor 11 (GDF11) during the fourth week of embryonic development. This condition exhibits an autosomal dominant inheritance pattern with variable phenotypic expression and possible incomplete penetrance, meaning approximately 50% of offspring may inherit the trait.

The paraxial mesoderm, which surrounds the neural tube and the notochord, as well as the somatopleuric mesoderm laterally, is responsible for the formation of the vertebral column and its associated musculature. During the process of craniocaudal segmentation of this paraxial mesoderm, a set of cells is generated, organized into 42 to 44 pairs, called somites, occurring between the 19th and 32nd day of neural tube development.

Subsequently, the somites undergo further subdivision into a ventral component known as the sclerotome and a dorsal component called the dermatome. The sclerotome originates from the ventromedial edge of the epithelial somite and is subsequently divided into cranial and caudal sections. The cells within the sclerotome differentiate into mesenchymal cells, which eventually develop into the entire axial skeleton, particularly the ribs. The proper localization of these mesenchymal cells is directed by the HOX and GDF11 genes. Mutations occurring in these genes can lead to the development of CRs from the costal elements associated with the vertebral arches in formation.

In the early stages of development, the costal component of misplaced mesenchymal cells often undergoes atrophy. However, if atrophy does not occur, it can ossify, resulting in an elongated transverse process or a fully formed rib. In certain cases, this structure may be of insufficient size to connect to the sternum, leading to anterior fusion with T1 below the first rib.

It was previously proposed that, during embryonic development, the costal element of the CRs was initially separated, but later regressed and fused with the transverse process, thus creating the anterolateral boundary of the transverse foramen. It is believed that this structure does not persist into adulthood, as any adverse health effects were considered minimal. However, a growing body of recent research indicates that the CRs do not disappear during the development process. The main limiting factor in the

formation of a CR is the neurovascular structures. Some studies classify CRs as either complete—fully articulated with the sternum or the first thoracic rib—or incomplete, which are attached via a fibrous band or a pseudoarthrosis, typically located posterior to the scalene tubercle, where the anterior scalene muscle inserts. Regardless of classification, cervical ribs have no known physiological function.

Clinical implications of CR in the context of TOS

In the context of TOS, rib dimensions can impact how the condition manifests itself. Generally, vascular problems are linked to longer ribs, while shorter ribs are more likely to lead to neurological symptoms. These symptoms arise from the compression of neurovascular structures by the CR, usually by putting pressure on the scalene muscles. For early diagnosis and thorough assessment of this bony structure, X-rays and advanced imaging methods such as Computerized Tomography and Magnetic Resonance Imaging are crucial.

In cases of neurogenic TOS, the cervical ribs often compress the lower primary trunk of the brachial plexus, resulting in a neuropraxia-type injury that presents with symptoms including occipital headaches and neck pain radiating from the medial aspect of the arm to the ulnar border of the hand. This condition can also lead to burning and tingling sensations and includes muscle atrophy in the distal region, causing a clawed hand appearance in the middle, ring and little fingers of the arm on the same side as the plexus lesion.

In vascular TOS, compression of the subclavian artery leads to arterial predominance, manifesting as intermittent and migratory claudication in the arm, absent radial pulse, prolonged capillary refill time, pallor, audible murmurs, reduced temperature in the distal upper extremity, weakness, fatigue in the affected limb and a pulsatile mass in the supraclavicular area. In more severe cases, gangrenous changes can occur in the fingertips and ischemia of the upper limb, which can occur with or without neurological impairment and stroke due to embolism through the retrograde flow of the artery. To check whether the subclavian artery is compressed by the CR, the Adson provocative test can be a good indicator of whether the vessel has been damaged by the bone structure in question. The test consists of hyperabduction of the patient's shoulder and extension of the elbow and palpation of the patient's radial pulse while they inhale deeply and turn their head to the side being tested and is considered positive when this ipsilateral pulse is reduced or absent.

DISCUSSION

This study aimed to synthesize the morphological and clinical aspects of CR and their association with TOS, based on current scientific evidence from the 21st century. CRs are present in less than 1% of the global population and are responsible for up to 10% of TOS cases due to the compression of neurovascular structures in the cervical region (Navandhar *et al.*, 2024; Morel *et al.*, 2019). The clinical manifestations of TOS vary depending on the affected structure, with neurological involvement being the most frequent, characterized by pain, muscle weakness, and paresthesia. Vascular involvement, particularly arterial, may include stenosis, thrombosis, microembolization, and aneurysm (Farzam *et al.*, 2013; Lalchan *et al.*, 2016; Gelabert *et al.*, 2018). Surgical resection of the bone anomaly is indicated only when conservative treatment—comprising physical therapy, pharmacological therapy, and local infiltrations—fails to alleviate symptoms (Martins *et al.*, 2007; Köksal, 2019). A major finding of this review was the

predominance of CRs in females, particularly during the reproductive period, although incidental diagnoses at birth during unrelated examinations have also been reported (Farina *et al.*, 2021). This may be partly attributed to postural changes linked to breast hypertrophy, loss of muscle tone, and decreased upper body strength with aging, which contribute to depression of the shoulders and mechanical traction on the neurovascular structures within the interscalene triangle (Sharma *et al.*, 2014). In males, symptoms tend to appear early in adulthood, particularly in those engaged in manual labor or sports involving repetitive overhead movements (Alemán-Iñiguez *et al.*, 2021).

Experimental studies suggest that CRs and hypertrophic transverse processes of cervical vertebrae follow an autosomal dominant inheritance pattern with variable phenotypic expression. This occurrence may be even higher in populations with consanguineous unions. Given that a significant portion of the studies were conducted in regions such as India, Africa, and the Middle East - where intrafamilial marriages remain culturally prevalent - this genetic predisposition is relevant. Such unions account for up to 50% of marriages in some populations, depending on ethnicity, religion, and local traditions (Tadmouri *et al.*, 2009; Acharya *et al.*, 2021). Mutations in HOX genes and deactivation of GDF11 disrupt the regulatory mechanisms of axial skeleton patterning along the craniocaudal axis, leading to the misplacement of rib-forming cells in the cervical region (Bots *et al.*, 2011; Mallo *et al.*, 2009).

CRs may resemble thoracic ribs or represent an overgrowth of the cervical transverse process. Their development is influenced by the surrounding musculature and neurovascular structures of the lower neck (Partiot *et al.*, 2020). When they extend anterolaterally, they can fuse with the sternum or the first thoracic rib, constituting a complete CR, or end in the soft tissues of the neck without this fusion, incomplete CR (Erken *et al.*, 2002; Spadliński *et al.*, 2016).

Given their lack of physiological function, CRs can be considered pathological variants, especially when contributing to neurovascular compression syndromes such as TOS. Incomplete CRs typically affect the C8–T1 roots of the brachial plexus, while complete CRs may compress the subclavian artery. Diagnosis involves a detailed clinical history, physical examination, and confirmatory imaging studies such as X-ray, MRI, ultrasound, and complementary electrophysiological and neurographic assessments (Alemán-Iñiguez *et al.*, 2021). Differential diagnoses include atherosclerosis, vasculitis, vasospastic disorders, Raynaud's syndrome, acute coronary syndrome, shoulder impingement syndrome, rotator cuff syndrome, adhesive capsulitis, cervical radiculopathy, ulnar neuropathy, carpal tunnel syndrome, brachial plexitis, multiple sclerosis, Pancoast tumor, trigger points, fibromyalgia, and complex regional pain syndrome (Daniels *et al.*, 2014).

Neurogenic TOS is marked by both motor and sensory deficits, ranging from radiating pain and paresthesia to severe hand muscle atrophy, resulting in weakness and impaired motor coordination, particularly during overhead arm elevation (Campo, 2012). Arterial complications follow a progressive course of vascular insufficiency, with symptoms such as intermittent arm claudication, pallor, reduced temperature, and in rare cases, digital gangrene and embolization (Spadliński *et al.*, 2016; Morel *et al.*, 2018; Yadav *et al.*, 2012).

Regarding treatment, most studies advocate for conservative management through physical therapy to strengthen the shoulder girdle, improve posture, and reduce fibromuscular tension on neurovascular structures. Pharmacological support and decompressive surgery may be added if necessary. A meta-

analysis involving 141 studies assessed the prevalence of surgical approaches for TOS associated with CR, with supraclavicular and transaxillary techniques, accounting for 60% and 40% of cases, respectively. Surgical approach selection depends on the anatomical involvement and surgeon expertise (Henry *et al.*, 2018; Masocatto *et al.*, 2019).

CR represents an anatomical abnormality that can arise from congenital, functional or traumatic origins. This secular condition can simulate various local and systemic diseases, mainly due to neurovascular involvement in the neck root. In-depth anatomical knowledge of the topographical relationships of CR at the base of the neck is fundamental for screening, diagnosis and the clinical management of each patient, mitigating late diagnosis and possible complications of TOS, in order to generate new diagnostic and treatment perspectives.

REFERENCES

- Abimbola, E. O., & Willido, A. A. (2014). Prevalence of cervical ribs in a Nigeria population. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 13 (2), 5-7. <https://doi.org/10.9790/0853-13210507>
- Acharya, S., & Sahoo, H. (2021). Consanguineous Marriages in India: Prevalence and Determinants. *Journal of Health Management*, 23 (4): 631 – 648. <https://doi.org/10.1177/09720634211050458>
- Adson, A. W., & Coffey, J. R. (1927). Cervical rib: a method of anterior approach for relief of symptoms by division of the scalenus anticus. *Annals of surgery*, 85(6), 839–857. <https://doi.org/10.1097/00000658-192785060-00005>
- Agarwal, S; Choudhury, P. R. (2018). Cervical ribs: a study on radiographs in a tertiary care hospital of Assam. *International Journal of Anatomy and Research*, 6(1.3): 4994-4998. <https://dx.doi.org/10.16965/ijar.2017.533>
- Aignătoaei, A. M., Moldoveanu, C. E., Căruntu, I. D., Giuscă, S. E., Partene Vicolleanu, S., & Nedelcu, A. H. (2018). Incidental imaging findings of congenital rib abnormalities - a case series and review of developmental concepts. *Folia morphologica*, 77(2), 386–392. <https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0080>
- Al Subhi, M., Al Ajmi, E., Al Lawati, A., Al Aswami, H., Chan, M. F., & Sirasanagandla, S. R. (2022). Prevalence of cervical ribs and elongated transverse processes in Omani population: a computed tomography-based study. *Surgical and radiologic anatomy: SRA*, 44(10), 1361–1366. <https://doi.org/10.1007/s00276-022-03028-0>
- Alemán-Iñiguez, J. M., & Hermida-Córdova, H. (2021). Unilateral thoracic outlet syndrome in a case with bilateral cervical ribs, does it always produce compression?. Síndrome del desfiladero cervicotorácico unilateral en un caso con costillas cervicales bilaterales, ¿siempre produce compresión?. *Cirugia y cirujanos*, 89(S2), 94–100. <https://doi.org/10.24875/CIRU.20001433>
- Bhat, M. H., Mir, T. A., & Abdullah, I. (2017). Prevalence of cervical ribs and elongated transverse processes in Kashmiri population. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 3(12), 3763–3765. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20151437>
- Bokhari, R. F., Al-Sayyad, M. J., & Baeesa, S. S. (2012). Prevalence of cervical ribs and elongated transverse processes in Saudi Arabia. *Saudi medical journal*, 33(1), 66–69. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.IJRM20151437>
- Bots, J., Wijnaendts, L. C., Delen, S., Van Dongen, S., Heikinheimo, K., & Galis, F. (2011). Analysis of cervical ribs in a series of human fetuses. *Journal of anatomy*, 219(3), 403–409. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2011.01400.x>
- Braga, S. F., Meira, J., Gouveia, R., Sousa, P. P., Campos, J., Brandão, P., & Canedo, A. (2013). Síndrome do desfiladeiro torácico arterial associado a costela cervical. *Angiologia e Cirurgia Vascular*, 9(4), 175-176. [https://doi.org/10.1016/S1646-706X\(13\)70040-5](https://doi.org/10.1016/S1646-706X(13)70040-5)
- Brewin, J., Hill, M., & Ellis, H. (2009). The prevalence of cervical ribs in a London population. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 22(3), 331–336. <https://doi.org/10.1002/ca.20774>

- Brocal, J., De Decker, S., José-López, R., Manzanilla, E. G., Penderis, J., Stalin, C., Bertram, S., Schoenebeck, J. J., Rusbridge, C., Fitzpatrick, N., & Gutierrez-Quintana, R. (2018). C7 vertebra homeotic transformation in domestic dogs - are Pug dogs breaking mammalian evolutionary constraints?. *Journal of anatomy*, 233(2), 255–265. <https://doi.org/10.1111/joa.12822>
- Campo R. R. (2012). Síndrome de la salida torácica neurogênica: Revisión etiopatológica. Serie de casos. *Ortho Tips*, 8(1): 37 – 41. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/publicaciones.cgi?IDREVISTA=72&NOMBRE=Ortho-tips>
- Chang, K. Z., Likes, K., Davis, K., Demos, J., & Freischlag, J. A. (2013). The significance of cervical ribs in thoracic outlet syndrome. *Journal of vascular surgery*, 57(3), 771–775. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.08.110>
- Connolly, M. R., & Auchincloss, H. G. (2021). Anatomy and Embryology of the Thoracic Outlet. *Thoracic surgery clinics*, 31(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2020.09.007>
- Daniels, B., Michaud, L., Sease, F., Jr, Cassas, K. J., & Gray, B. H. (2014). Arterial thoracic outlet syndrome. *Current sports medicine reports*, 13(2), 75–80. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000034>
- Dharmshaktu, G. S., & Bhandari, S. S. (2016). Prevalence and pattern of cervical rib, transversomegaly and other vertebral anomalies in normal adult cervical spine in Kumaon region of Uttarakhand, India. *International Journal of Research in Orthopaedics*, 2(2), 48–51. <https://doi.org/10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20161870>
- DIDIO L.J.A. (2002). *Tratado de Anatomia Humana sistêmica aplicada*. Atheneu, São Paulo.
- Farina, R., Foti, P. V., Iannace, F. A., Conti, A., Ferlito, A., Conti, A., Pennisi, M., Santonocito, S., & Basile, A. (2021). Thoracic outlet syndrome: a rare case with bilateral cervical ribs and bilateral anterior scalene hypertrophy. *Journal of ultrasound*, 24(3), 331–336. <https://doi.org/10.1007/s40477-019-00418-w>
- Farzam, F., Barakzai, Y., & Foladi, N. (2023). Arterial thoracic outlet syndrome by a commonly overlooked anomaly, the cervical rib: A case report. *Radiology case reports*, 18(9), 3351–3356. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2023.06.068>
- Fliegel, B. E., & Menezes, R. G. (2023). Anatomy, Thorax, Cervical Rib. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Gelabert, H. A., Rigberg, D. A., O'Connell, J. B., Jabori, S., Jimenez, J. C., & Farley, S. (2018). Transaxillary decompression of thoracic outlet syndrome patients presenting with cervical ribs. *Journal of vascular surgery*, 68(4), 1143–1149. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.01.057>
- Gupta, A., Gupta, D. P., Saxena, D. K., Gupta, R. P. (2012). Cervical Rib: It's Prevalence in Indian Population around Lucknow (UP). *Journal of Anatomical Society of India*, 61(2), 189–191. [https://doi.org/10.1016/S0003-2778\(12\)80030-X](https://doi.org/10.1016/S0003-2778(12)80030-X)
- Henry, B. M., Vikse, J., Sanna, B., Tattera, D., Gomulska, M., Pękala, P. A., Tubbs, R. S., & Tomaszewski, K. A. (2018). Cervical Rib Prevalence and its Association with Thoracic Outlet Syndrome: A Meta-Analysis of 141 Studies with Surgical Considerations. *World neurosurgery*, 110, e965–e978. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.11.148>
- Illig, K. A., Rodriguez-Zoppi, E., Bland, T., Muftah, M., & Jospitre, E. (2021). The Incidence of Thoracic Outlet Syndrome. *Annals of vascular surgery*, 70, 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.07.029>
- Jiang, S., Shen, H., Tan, W. Q., & Lu, H. (2019). Arterial thoracic outlet syndrome caused by cervical ribs-an unusual case report. *Medicine*, 98(11), e14778. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014778>
- Kachlík, D., Varga, I., Băca, V., & Musil, V. (2020). Variant Anatomy and Its Terminology. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 56(12), 713. <https://doi.org/10.3390/medicina56120713>
- Kaderi, S. A. A., Shinde, P., Tiloo, R., Chetan, S., Dalal, T., Vaghmare, S., Bhesaniya, D., Shah, S., & Rege, S. (2021). A Never Described Variant of the Cervical Rib Causing Arterial Thoracic Outlet Syndrome: World's First Case. *Surgery journal (New York, N.Y.)*, 7(3), e179–e183. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731654>
- Karapetian M. K. (2017). Discrete morphological variants of human cervical vertebrae: Exploring pattern of distribution and biological significance. *Homo : internationale Zeitschrift für die vergleichende Forschung am Menschen*, 68(3), 176–198. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2017.03.003>
- Köksal, V. (2019). Cervical Rib Which Resembles Original Thoracic Rib Presenting with Thoracic Outlet Syndrome (TOS): Literature Review with a Case Report. *International Journal of Morphology*, 37(4), 1522–1526. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022019000401522>
- KUHN JE, LEBUS VGF, BIBLE JE (2015) Thoracic outlet syndrome. *J Am Acad Orthop Surg*, 23(4):222-232.

- Lalchan, S., Jwarchan, B., KC, subash, & Gyawali, M. (2018). Prevalence of Cervical Rib in Western Nepal. *Nepalese Journal of Radiology*, 6(1-2), 15–18. <https://doi.org/10.3126/njr.v6i1-2.19209>
- Mallo, M., Vinagre, T., & Carapuço, M. (2009). The road to the vertebral formula. *The International journal of developmental biology*, 53(8-10), 1469–1481. <https://doi.org/10.1387/ijdb.072276mm>
- Masocatto, N. O., Da-Matta, T., Prozzo, T. G., Couto, W. J., & Porfirio, G. (2019). Síndrome do desfiladeiro torácico: uma revisão narrativa.. *Revista Do Colégio Brasileiro De Cirurgições*, 46(5), e20192243. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20192243>
- Morel, J., Pirvu, A., Elie, A., Gallet, N., Magne, J. L., & Spear, R. (2019). Functional Results of Cervical Rib Resection for Thoracic Outlet Syndrome: Impact on Professional Activity. *Annals of vascular surgery*, 56, 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2018.09.007>
- Navandhar, P. S., Gharde, P., Shinde, R. K., Nagtode, T., & Sapkale, B. (2024). Incidental Discovery of a Cervical Rib in a Case of Acute Cholecystitis: A Rare Anatomical Variant. *Cureus*, 16(4), e58794. <https://doi.org/10.7759/cureus.58794>
- Nwadinigwe, C. U., Iyidobi, E. C., Ekwunife, R. T., & Onwuekwe C. V. (2018). Thoracic Outlet Syndrome from Bilateral Cervical Ribs - A Clinical Case Report. *Journal of Orthopaedic Case Reports*, 8(2), 78-80. <https://doi.org/10.13107/jocr.2250-0685.1060>
- Oliveira, R. F., Aragão, J. J. A., RIFFEL L., & Moreira, K. (2024). Costela cervical com sinostose na primeira costela: Uma raridade anatômica. En: JJA Aragão (ed.), *Variações Anatômicas: o avanço da ciência no Brasil*, 4, (pp. 9 – 19). Científica Digital
- Pandit, R., Adhikari, A., Sharma, N., & Upadhyay H.P. Prevalence of cervical rib in patients visiting department of Radiodiagnosis at a tertiary care hospital: A descriptive cross-sectional study. *Journal of Gandaki Medical College*, 15(1), 14 – 18. <https://doi.org/10.3126/jgmcn.v15i1.43938>
- Partiot, C., Guillon, M., Peressinotto, D., Castex, D., & Maureille, B. (2020). Cervical ribs in human early life: morphological variability and first identification as a morbidity criterion in a past population. *Journal of anatomy*, 237(1), 119–132. <https://doi.org/10.1111/joa.13178>
- Patrone, L. L., Sturion, D. M. C., Parente, L. C. P., Mello, M. B. de, & Colhado, O. C. G. (2019). SÍNDROME DO DESFILADEIRO TORÁCICO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. *Revista Uningá*, 56(S4), 116–133. <https://doi.org/10.46311/2318-0579.56.eUJ2180>
- Nobre Pacifico Pereira, K. H. , Cruz Dos Santos Correia, L. E. , Ritir Oliveira, E. L. , Bernardo, R. B. , Nagib Jorge, M. L. , Mezzena Gobato, M. L. , Ferreira De Souza, F. , Rocha, N. S. , Chiacchio, S. B. , & Gomes Lourenço, M. L. (2019). Incidence of congenital malformations and impact on the mortality of neonatal canines. *Therigenology*, 140, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.therigenology.2019.07.027>
- Sabapathy, S. R., Venkatramani, H., & Bhardwaj, P. (2010). Pseudarthrosis of cervical rib: an unusual cause of thoracic outlet syndrome. *The Journal of hand surgery*, 35(12), 2018–2021. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.08.012>
- Sañudo, J. R., Vázquez, R., Puerta, J. (2003). Meaning and clinical interest of the anatomical variations in the 21st century. *European Journal of Anatomy*, 7(1), 1-4.
- Schut, P. C., Brosens, E., Van Dooren, T. J. M., Galis, F., Ten Broek, C. M. A., Baijens, I. M. M., Dremmen, M. H. G., Tibboel, D., Schol, M. P., de Klein, A., Eggink, A. J., & Cohen-Overbeek, T. E. (2020). Exploring copy number variants in deceased fetuses and neonates with abnormal vertebral patterns and cervical ribs. *Birth defects research*, 112(18), 1513–1525. <https://doi.org/10.1002/bdr2.1786>
- Sharma, D. K., Sharma, V. A., & Rathore, M. (2014). Prevalence of 'Cervical Rib' and its association with gender, body side, handedness and other thoracic bony anomalies in a population of Central India. *Indian Journal of Basic and Applied Medical Research*, 3(2), 593-597.
- Silva Filho, E. R. da ., Dalio, M. B., Santarosa, M. B., Oliveira, T. F., Ribeiro, M. S., & Joviliano, E. E.. (2021). Tratamento cirúrgico da forma arterial da síndrome do desfiladeiro torácico associado à costela cervical. *Jornal Vascular Brasileiro*, 20, e20200106. https://doi.org/10.1590/1677-5449.200106_PT
- Spadliński, Ł., Cecot, T., Majos, A., Stefańczyk, L., Pietruszewska, W., Wysocki, G., Topol, M., & Polgaj, M. (2016). The Epidemiological, Morphological, and Clinical Aspects of the Cervical Ribs in Humans. *BioMed research international*, 2016, 8034613. <https://doi.org/10.1155/2016/8034613>

- Tadmouri, G. O., Nair, P., Obeid, T., Al Ali, M. T., Al Khaja, N., & Hamamy, H. A. (2009). Consanguinity and reproductive health among Arabs. *Reproductive health*, 6, 17. <https://doi.org/10.1186/1742-4755-6-17>
- Venkatesan, V., Prabhu, K. P., Ram Kumar, B. R., Joseph, C. (2014). Incidence of Cervical Rib in Chennai Population. *World Journal of Medical Sciences*, 10(3), 250-253. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjms.2014.10.3.82280>
- Viertel, V. G., Intrapiromkul, J., Maluf, F., Patel, N. V., Zheng, W., Alluwaimi, F., Walden, M. J., Belzberg, A., & Yousem, D. M. (2012). Cervical ribs: a common variant overlooked in CT imaging. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 33(11), 2191–2194. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3143>
- Walden, M. J., Adin, M. E., Visagan, R., Viertel, V. G., Intrapiromkul, J., Maluf, F., Patel, N. V., Alluwaimi, F., Lin, D., & Yousem, D. M. (2013). Cervical ribs: identification on MRI and clinical relevance. *Clinical imaging*, 37(5), 938–941. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2013.01.005>
- Yadav, A. K., Shrestha, S., Shrestha, S. R., Karmacharya, R. M., & Vaidya, S. (2021). Cervical rib, case series from a university hospital of Nepal. *Annals of medicine and surgery (2012)*, 72, 103061. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.103061>

Revisión

Hernia diafragmática congénita: innovación terapéutica y sus desafíos en la medicina del futuro

Diego de Jesús Contreras Ramírez¹, Samuel Vences Carbajal¹, Tsedek Zariñán García¹, Mauricio Antonio Niño Ubach¹, Dulce Olivia Flores Martínez², Yazmín Montserrat Flores Martínez^{1*}

1. Laboratorio de Biomedicina Molecular 1, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Instituto Politécnico Nacional, 07320 Ciudad de México, México.
2. Laboratorio de Parasitología y Microbiología Veterinaria, Medicina Veterinaria Zootecnista, Universidad Realística de México, 72582 Puebla, México.

***Autor para correspondencia:**

Yazmín Montserrat Flores Martínez

✉ yfloresma@ipn.mx

☎ +52 55 57 29 60 00 (ext. 55534)

RESUMEN

La hernia diafragmática congénita (HDC) es un defecto del nacimiento caracterizado por la falta de desarrollo del diafragma, músculo que separa al tórax del abdomen, provocando el desplazamiento de los órganos de la cavidad abdominal hacia la cavidad torácica, limitándose su espacio y dificultando el crecimiento pulmonar. Las diferencias en las tasas de supervivencia de la HDC entre las diferentes regiones del mundo son marcadamente significativas. En México y América Latina, el promedio de supervivencia ronda el 30%, una cifra alarmante que refleja las limitaciones estructurales y tecnológicas de los sistemas de salud, esto en comparación con países de Europa. Este escenario destaca la falta de acceso a tecnologías avanzadas, personal médico especializado y protocolos estandarizados, elementos cruciales para el manejo exitoso de esta patología. Procedimientos médicos especializados como la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) y la oclusión traqueal endoluminal fetoscópica (FETO), suelen representar un reto para países de América Latina como México, pero al mismo tiempo crea una problemática ética para la incursión de este tipo de intervenciones terapéuticas en el tratamiento para la HDC.

Palabras clave: Desarrollo embrionario, Embriogénesis, Hernia diafragmática congénita, ECMO, FETO.

ABSTRACT

Congenital diaphragmatic hernia (CDH) is a birth defect characterized by the lack of development of the diaphragm, a muscle that separates the thorax from the abdomen, causing the organs of the abdominal cavity to move upward, limiting the space in the thoracic cavity and hindering lung growth. The differences in the survival rates of CDH between the world regions analyzed are markedly significant. In Mexico and Latin America, the average survival rate is around 30%, an alarming figure that reflects the structural and technological limitations of the health systems, this in comparison with European countries. This scenario highlights the lack of access to advanced technologies, specialized medical personnel and standardized protocols, crucial elements for the successful management of this pathology. Specialized medical procedures such as extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) and fetoscopic endoluminal tracheal occlusion (FETO) often represent a challenge for Latin American countries such as Mexico, but

at the same time create an ethical problem for the introduction of this type of therapeutic interventions in the treatment of CDH.

Keywords: Embryonic development, Embryogenesis, Congenital diaphragmatic hernia, ECMO, FETO.

INTRODUCCIÓN

La hernia diafrágica congénita (HDC) es un defecto del nacimiento caracterizado por la falta de desarrollo del diafragma, músculo que separa al tórax del abdomen, se trata de un tipo de dismorfogénesis por disrupción que ocurre entre la octava y decima semana de gestación (Saroj *et al.*, 2016). Este tipo de dismorfogénesis ocurre durante el desarrollo embrionario de las siguientes estructuras: el septum transversum, los pliegues pleuroperitoneales, el mesenterio esofágico y los músculos que componen la pared abdominal; siendo el septum transversum el que mayormente se encuentra comprometido (da Costa-Santos *et al.*, 2022) (Figura 1A). Esto resulta en el desplazamiento de los órganos de la cavidad abdominal de manera ascendente (Figura 2), lo que provocará menor espacio en la cavidad torácica, dificultando el crecimiento pulmonar y como consecuencia hipoplasia pulmonar de distintos grados (dependiendo del tamaño de la herniación en el diafragma), además, entre las complicaciones posteriores, hipertensión pulmonar (Arteaga Martínez *et al.*, 2020).

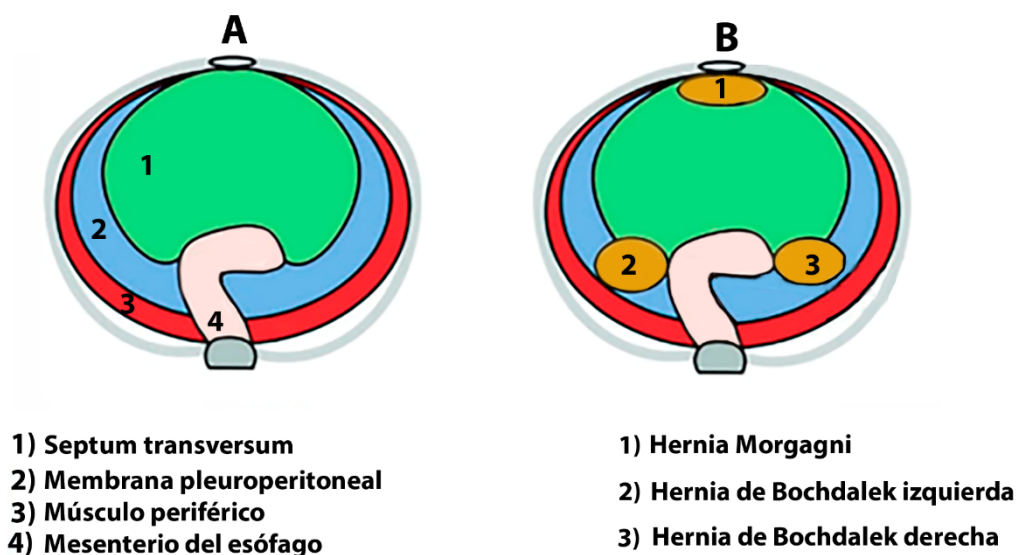


Figura 1. A) Estructuras embrionarias afectadas en la HDC. B) Localización anatómica de la HDC.

Imagen de autoría propia realizada con Adobe Photoshop versión 22.0.0.

El desarrollo normal del diafragma implica interacciones multicelulares y multi-tisulares complejas, de hecho, aún se desconoce con exactitud el proceso del desarrollo de esta estructura (Mayer *et al.*, 2011). La interacción de las estructuras embrionarias como el septum transversum, los pliegues

pleuroperitoneales (membranas), los pliegues mesenterio dorsal esofágicos (mesoesófago) y el músculo de la pared corporal lateral dan origen al primordio diafragmático, generado por la expansión del septum transversum, el cual se fusiona con los pliegues pleuroperitoneales y los pliegues mesenterio esofágicos dorsales (Arteaga Martínez *et al.*, 2020). Al terminar la interacción de estas estructuras se culmina la división de la cavidad torácica abdominal normal, no así en los pacientes con HDC.

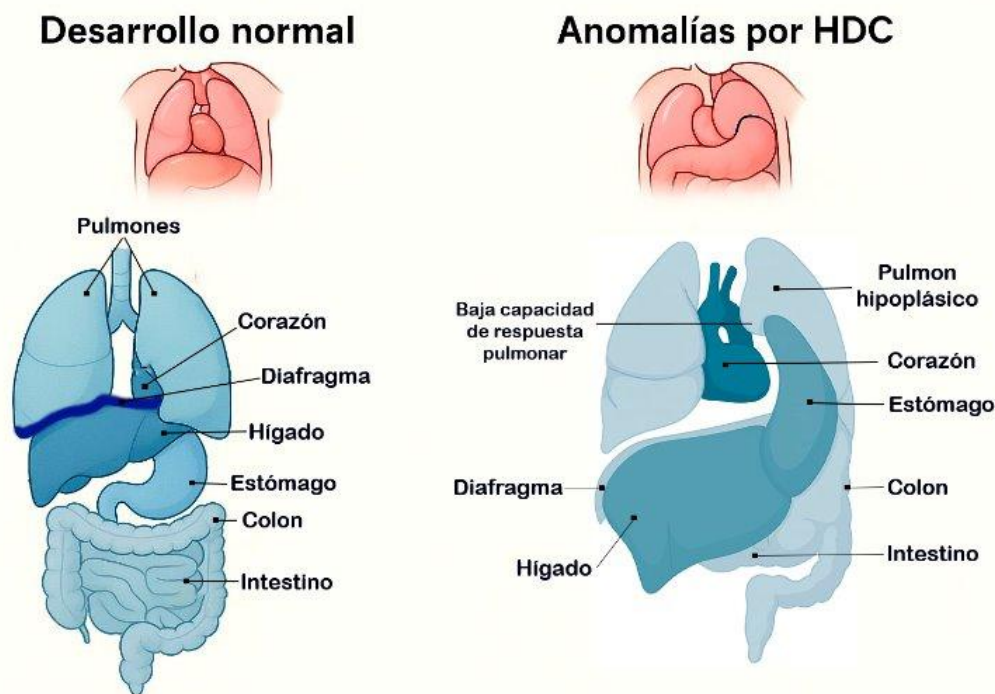


Figura 2. Desarrollo embrionario normal y desplazamiento de órganos por HDC. Imagen de autoría propia realizada con Adobe Photoshop versión 22.0.0.

El origen de la HDC ocurre durante la organogénesis. Factores como las anomalías cromosómicas y las mutaciones génicas contribuyen de manera importante. Las mutaciones identificadas en ciertos genes relacionados con el desarrollo diafragmático como PLS3, un gen que codifica para la proteína plastina 3 (también conocida como plastina T) (Petit *et al.*, 2023), el gen LONP1, que codifica para la proteína lon peptidase 1 mitocondrial y el gen ALYREF que codifica para una proteína de exportación nuclear (Qiao *et al.*, 2021), provocan la síntesis anómala de las proteínas ya mencionadas, comprometiéndose el funcionamiento y el correcto desarrollo diafragmático (Ávila *et al.*, 2016). Por otra parte, los factores ambientales presentes en el entorno en donde se desenvuelve la mujer gestante pueden afectar, como ocurre con la presencia de teratógenos y mutágenos tales como toxinas ambientales, la exposición a la radiación ionizante y el consumo de medicamentos contraindicados durante el embarazo (Arteaga Martínez *et al.*, 2020).

Distintas clasificaciones se han propuesto para la HDC, sin embargo, las clasificaciones que hacen alusión a su localización anatómica y a su tamaño son las más reportadas. Con respecto a su localización anatómica se clasifica como HDC Morgagni y la HDC Bochdalek. Mientras que la HDC Morgagni se presenta de manera paraesternal, el tipo HDC Bochdalek ocurre de manera posterolateral ([García et al., 2013](#)) ([Figura 1B](#)). La segunda clasificación más citada corresponde al tamaño del defecto, para ello se utilizan cuatro letras, de la A a la D, en donde A, corresponde a los defectos más pequeños y D, los defectos de mayor tamaño ([Lally et al., 2013](#)) ([Figura 3](#)).

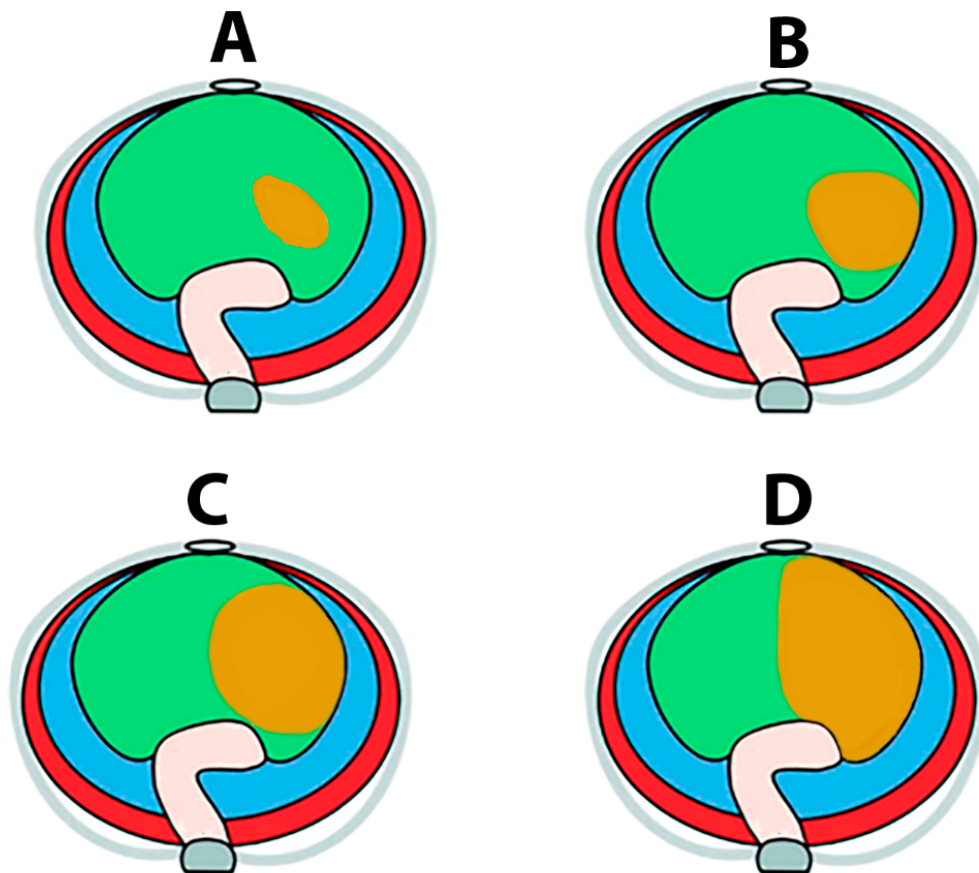


Figura 3. Clasificación de la HDC acorde al tamaño del defecto, en donde A corresponde al defecto de menor tamaño y D al defecto de mayor tamaño. Imagen de autoría propia realizada con Adobe Photoshop versión 22.0.0.

La HDC de mayor incidencia es la HDC Bochdalek posterolateral izquierda. Lo anterior debido a que durante el desarrollo embrionario el cierre del diafragma ocurre de derecha a izquierda ([Holcomb et al., 2021](#)). La presencia de herniación provoca que la estructura tendinosa del diafragma no termine de formarse, comprometiéndose también la división de la cavidad abdominal y permitiendo que órganos

como estómago, intestino delgado, intestino grueso, bazo, riñón e hígado se desplacen hacia la cavidad torácica, y a su vez, impidiendo el crecimiento pulmonar por espacio limitado (**Figura 2**). Se ha reportado que las asas intestinales son las que principalmente, al encontrar un conducto abierto a través del diafragma, ocupan espacio de la cavidad destinada al desarrollo pulmonar (específicamente el pulmón izquierdo) ocasionando una hipoplasia pulmonar y más tarde hipertensión pulmonar, características distintivas de esta afección (**Arteaga Martínez et al., 2020**).

Lamentablemente el único tratamiento para la HDC implica intervenciones médicas complejas e invasivas dentro de la cavidad uterina de la mujer gestante y posteriormente, de ser necesario, en el neonato afectado. Tales procedimientos médicos incluyen a la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) y la oclusión traqueal endoluminal fetoscópica (FETO), intervenciones complejas que deben llevarse a cabo por cirujanos fetales altamente capacitados (**Ruano et al., 2018**).

PREVALENCIA DE LA HERNIA DIAFRAGMÁTICA CONGÉNITA

A nivel mundial, la HDC tiene una prevalencia anual estimada de 1 a 4 casos por cada 10,000 nacidos vivos, mientras que en otras fuentes se reporta como un promedio de 2.6 por cada 10,000 nacidos vivos (**Marlow y Thomas, 2013, Politis et al., 2021, Lizano Villareal et al., 2023 y Sobrero, 2023**). Este rango podría atribuirse a las variaciones en los métodos diagnósticos utilizados, los cuales pueden estar sujetos a errores que impactan la cuantificación precisa de la incidencia de esta patología. Aunado a lo anterior, la falta de notificación de casos ante los sistemas epidemiológicos representa un factor crucial que influye directamente en la exactitud de las estadísticas globales reportadas.

En el continente europeo, la prevalencia de la HDC se estima en 1 caso por cada 3,000 nacidos vivos (**Politis et al., 2021, García-Posada et al., 2012**) (**Tabla 1**). Sin embargo, existen diferencias en las tasas de prevalencia reportadas para la HDC entre los diferentes países europeos (**Teunissen et al., 2024**), las cuales pueden atribuirse a la heterogeneidad de los sistemas de salud, lo que influye tanto en la precisión de los diagnósticos como en la calidad de los registros epidemiológicos. Factores como el acceso desigual a tecnología avanzada y la implementación de protocolos específicos para el manejo prenatal y postnatal también desempeñan un papel crucial en las discrepancias observadas (**Sobrero et al., 2023**). Estas variaciones en las tasas de prevalencia reportadas para la HDC, no sólo en el continente europeo, sino también a nivel mundial, subrayan la importancia de fortalecer los sistemas de salud, unificar criterios de diagnóstico y de registro epidemiológico, con la intención de mejorar la comprensión y manejo de esta patología.

Tabla 1. Prevalencia de la HDC

Región geográfica	Prevalencia por cada 10,000 nacidos vivos	Acceso limitado a tecnologías avanzadas como ECMO y FETO	Supervivencia
Europa	2.6	No	70 - 90%
América Latina	2.5	Sí	30%
México	3.3	Sí	65%

En las últimas décadas, Europa ha experimentado un progreso notable en las tasas de supervivencia postoperatoria de pacientes con HDC. Actualmente, estas se encuentran en un rango entre el 70% y 80%,

y para algunas instituciones de salud logrando superar el 90% en casos de HDC (Orphanet). Este incremento en los índices de supervivencia puede explicarse por la implementación de estrategias avanzadas en el diagnóstico prenatal, la optimización de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas y la mejora en los cuidados intensivos neonatales. Además, la integración de equipos multidisciplinarios especializados ha permitido un abordaje integral de esta condición, mejorando resultados significativamente en comparación con décadas pasadas (Chiu y Ijsselstijn, 2012, Hollinger *et al.*, 2017). En América Latina, la incidencia de la HDC se asemeja a la reportada en otras regiones del mundo, con aproximadamente 1 caso por cada 4,000 nacidos vivos (Cruz-Martínez, 2018), lo que implicaría 2.5 casos por cada 10,000 nacidos vivos (Tabla 1). Aunque la tasa de incidencia es parecida a la global (2.6 casos / 10,000 nacidos vivos a nivel mundial y 2.5 casos / 10,000 nacidos vivos en América Latina) es importante señalar que los índices de supervivencia son significativamente menores en América Latina. Se estima que solo el 30% de los casos logran un desenlace exitoso, lo cual se atribuye en gran medida a la limitada s de tecnologías avanzadas, como la ECMO y la FETO (Cruz-Martínez, 2018).

Las tasas de supervivencia de pacientes con HDC en América Latina son notablemente significativamente más bajas, situándose alrededor del 30% (Cruz-Martínez *et al.*, 2018, Cruz-Martínez *et al.*, 2019). Esta cifra refleja marcadas desigualdades en el acceso a tecnologías médicas de última generación y a cuidados especializados, factores clave en el manejo exitoso de esta patología (Tabla 1). Esta disparidad pone de manifiesto la necesidad urgente de fortalecer los sistemas de salud y de invertir en infraestructura médica en las regiones geográficas con economía en desarrollo, con el objetivo de optimizar los desenlaces clínicos en los neonatos afectados por HDC.

En México, la incidencia reportada para la HDC es de aproximadamente 1 caso por cada 3,000 recién nacidos vivos (Estrella Valdez, 2023), lo que equivale a 3.3 casos por cada 10,000 recién nacidos vivos (Tabla 1). Estos datos reflejan una prevalencia relativamente elevada en nuestro país en comparación con la tasa mundial de 2.6 casos por cada 10,000 nacidos vivos, posiblemente atribuida a factores genéticos y ambientales específicos de la población, sin dejar atrás las variaciones por la falta de acceso a las tecnologías diagnósticas avanzadas, así como también de cirugías correctivas especializadas.

Como podemos darnos cuenta, la prevalencia de la HDC presenta variaciones considerables entre cada región geográfica analizada. Estas variaciones se encuentran influenciadas por múltiples factores, entre ellos la disponibilidad y calidad de las tecnologías diagnósticas, el grado de capacitación especializada del personal médico y la implementación de enfoques interdisciplinarios que permiten un tratamiento más integral y personalizado para cada paciente (Politis *et al.*, 2021). Esta heterogeneidad regional subraya la importancia de fortalecer los sistemas de salud en países con economía en desarrollo, con el objetivo de promover la equidad en el acceso a diagnósticos tempranos y tratamientos especializados.

MANEJO QUIRÚRGICO PARA LA HERNIA DIAFRAGMÁTICA CONGÉNITA

En neonatos con HDC, las cirugías mínimamente invasivas, como las reparaciones laparoscópicas y toracoscópicas, han demostrado beneficios importantes. Entre ellos destacan una menor probabilidad de infecciones postoperatorias, menos dolor y una recuperación más rápida en comparación con las técnicas quirúrgicas tradicionales (da Costa-Santos *et al.*, 2022). Sin embargo, aunque estos avances son prometedores, presentan ciertos desafíos técnicos, especialmente en los neonatos más pequeños o en

casos más complicados, lo que obliga a convertir el procedimiento en una corrección quirúrgica mediante ECMO o FETO (Figura 4).

ECMO: oxigenación por membrana extracorpórea

La ECMO por sus siglas en inglés, es una técnica quirúrgica correctiva utilizada en pacientes en estado crítico. El equipo utilizado en este procedimiento proporciona apoyo cardiovascular y respiratorio, en pacientes que sufren insuficiencia respiratoria, con la finalidad de mantener un intercambio de gases adecuado. El equipo requerido está constituido por un oxigenador de membrana, un calentador y una bomba. La sangre venosa del paciente es extraída fuera del cuerpo, en donde se hace circular por el equipo que permitirá la oxigenación y el mantenimiento de la temperatura adecuada para el paciente (Kays, 2017) (Figura 4).

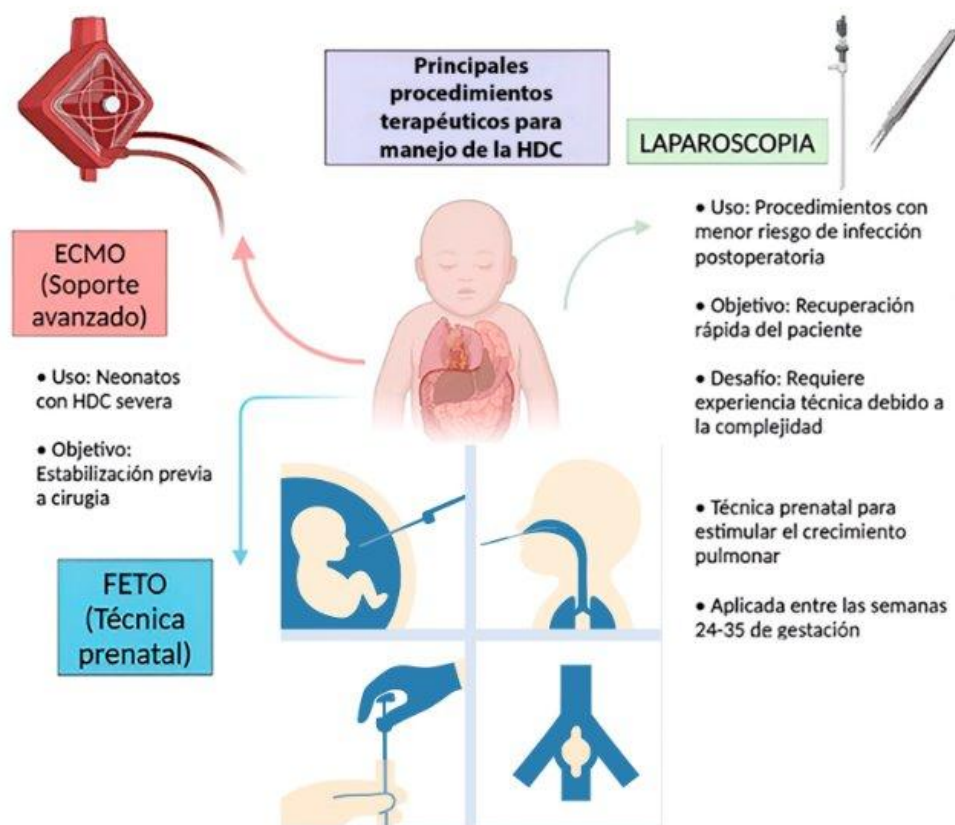


Figura 4. Principales aproximaciones terapéuticas para el tratamiento de HDC. Imagen creada con BioRender.com

La ECMO se lleva a cabo de dos formas, venoarterial (VA) y venovenosa (VV). La ECMO VA es derivada del corazón y pulmones, los médicos especialistas deben apoyarse en dos vasos sanguíneos principales de

gran calibre, utilizando la canulación de una arteria y una vena, comúnmente la arteria carótida y la vena yugular interna, de otra región siendo la femoral (arteria y vena femoral) y otra técnica conocida como esternotomía (utilizando la aorta y el atrio derecho). La ECMO VV proporciona oxigenación y la eliminación de dióxido de carbono, pero con esta técnica se necesita gasto cardíaco del paciente para mantener la oxigenación sistémica. La canulación en la ECMO VV se puede realizar a través de una sola cánula la cual se coloca sobre la vena yugular interna, teniendo dos luces para poder permitir el drenado y retorno venoso a través de la misma cánula, o cánulas separadas para el retorno y drenado sanguíneo (Jones *et al.*, 2022).

Cuando se trata de neonatos con HDC severa que desarrollan fallas respiratorias, la ECMO se utiliza como un soporte vital temporal (Figura 4). Este procedimiento estabiliza al neonato y brinda un margen de tiempo para determinar el momento ideal para realizar una cirugía correctiva.

FETO: oclusión traqueal endoluminal fetoscópica

La FETO es una intervención prenatal innovadora que ha demostrado incrementar las tasas de supervivencia en neonatos con HDC entre un 35% y 40% (Estrella Valdez, 2023). Este procedimiento consiste en la colocación de un balón ocluidor en la tráquea fetal para promover el desarrollo pulmonar, siendo especialmente eficaz en casos graves (Figura 4). Sin embargo, la aplicación de FETO requiere un equipo multidisciplinario altamente capacitado y tecnología avanzada, lo que limita su disponibilidad a centros especializados en países primermundistas. Este procedimiento funciona al bloquear la salida de fluido traqueobronquial, lo que estimula el crecimiento acelerado de los pulmones a través de factores mecánicos y de crecimiento. El balón (pequeño globo inflable) utilizado en esta técnica se coloca entre las semanas 24 y 32 de gestación y se retira alrededor de las semanas 34 o 35 mediante fetoscopia, punción guiada por ultrasonido (Bindi *et al.*, 2024).

Laparoscopia

La laparoscopia es un tipo de cirugía mínimamente invasiva en la que el cirujano realiza una pequeña incisión para colocar los instrumentos quirúrgicos utilizados durante la exploración y realizar la cirugía. Se coloca una cámara para observar y explorar la cavidad en la que se realizará la reparación de la HDC. En el caso de la HDC, la laparoscopia es de utilidad en la vida posnatal para tratar la cavidad abdominal y torácica (Bindi *et al.*, 2024). Se trata de una modalidad quirúrgica segura y efectiva en manos experimentadas (Figura 4). Las ventajas de la laparoscopia implican menor trauma quirúrgico, mejor visualización de las estructuras anatómicas, recuperación temprana y menor estancia hospitalaria comparada con una otros procedimientos quirúrgicos (Saroj *et al.*, 2016).

Cirugías correctivas

Respecto a las reparaciones quirúrgicas postnatales, los enfoques más comunes incluyen el parche sintético de tejido blando (biomaterial sintético) o el parche biológico (colágeno), utilizados en pacientes con defectos extensos que no pueden cerrar de manera primaria, a lo que se le conoce como reparación reforzada o cierre prostético (Corrales-González y Ceciliano-Romero, 2020). La desventaja de estos parches es que existe el riesgo de que la hernia reaparezca con el tiempo. Por otro lado, los colgajos

musculares también son utilizados cuando los defectos son extensos, cuando el diafragma se encuentra debilitado o ausente. Tal aproximación quirúrgica permite un crecimiento adaptativo y evita el uso de materiales sintéticos (Bindi *et al.*, 2024, Puligandla *et al.*, 2023).

FACTORES QUE AFECTAN LA SUPERVIVENCIA DE LOS PACIENTES

Diversos factores influyen en la supervivencia de pacientes con HDC, entre ellos, diagnósticos tardíos o inexactos, así como deficiencias en el seguimiento prenatal, especialmente en mujeres gestantes que carecen de acceso a una atención ginecológica adecuada, una problemática frecuente en América Latina (Houghton *et al.*, 2022).

En 2017, se reportó un hito importante: el primer caso exitoso de manejo de HDC mediante ECMO en la ciudad de Monterrey, México (Estrella Valdez, 2023). A pesar de los avances, el acceso a ECMO sigue siendo restringido en muchas partes del mundo, incluidas regiones de América Latina, donde la falta de disponibilidad impide atender un número mayor de casos. Por otro lado, la aplicación de FETO requiere un equipo multidisciplinario altamente capacitado y tecnología avanzada, lo que limita su disponibilidad a centros especializados en regiones con economía en desarrollo. Estas barreras subrayan la importancia de invertir en formación profesional y equipamiento médico para extender los beneficios de esta terapia a todas las poblaciones que lo necesiten. En este sentido, el escenario resalta la necesidad de universalizar el acceso a las tecnologías mencionadas, para garantizar que la población tenga la posibilidad de acceder a terapias avanzadas que puedan salvaguardar la vida de sus descendientes afectados.

BIOÉTICA

Es importante recordar que, en medicina, los profesionales de esta área basan sus acciones en conocimiento científico, licitud y legitimidad, es ahí donde se recurre a la ética, concretamente a la bioética para establecer parámetros que dirijan la toma de decisiones en un ambiente de libertad y autonomía, pues estas tendrán un impacto directo en la integridad de un individuo (Moreno Sánchez *et al.*, 2019).

En el caso de México, el uso de abordajes laparoscópicos en distintos procedimientos quirúrgicos ha mostrado una curva de aprendizaje, ya que la laparoscopia ha tenido una extensión nacional y se utiliza en el tratamiento de diferentes indicaciones y diagnósticos, pero, es importante señalar que existe poca diversificación en patologías y procedimientos, una probable explicación se debe a múltiples factores: falta de experiencia en los diferentes procedimientos, escasez de equipo y procedimientos menos frecuentes (Chávez-Saavedra *et al.*, 2015). Esto crea una problemática ética para la incursión de este tipo de intervenciones en el tratamiento de la HDC y por el mismo camino la incursión de la ECMO en países subdesarrollados o en vías de desarrollo.

Obstáculos presentes en cirugías especializadas como la ECMO y FETO, es la inexperiencia del cirujano, la falta o ausencia de material requerido para este tipo de intervenciones y, como buen tratamiento de etapa experimental, la falta de estandarización de protocolos y procedimientos, es ahí en donde se genera un campo sobre riesgo-beneficio que permita alejarlo de una categoría de “procedimientos quirúrgicos innecesarios, como lo establece el Comité de Estudios de Servicios Quirúrgicos de los Estados Unidos de Norteamérica (SOSSUS) destacando en el punto 2 a aquellas cirugías con indicación quirúrgica

cuestionable y en el punto 5, que establece procedimientos obsoletos, desacreditados o anticuados” (García-Posada *et al.*, 2012).

Otro punto importante en la toma de decisiones para la intervención es que actualmente el diagnóstico de una HDC es más factible y que ha aumentado gracias a un buen manejo prenatal, transformándolo de una urgencia neonatal a un diagnóstico manejable desde la etapa perinatal o fetal (Lazar *et al.*, 2011, Benachi *et al.*, 2014). El deber de los médicos debe comenzar a establecer protocolos y soluciones con una predicción de resultados positivos y en donde tenga cabida la innovación de tratamientos (Moreno Sánchez *et al.*, 2019, Jiménez, 2022).

CONCLUSIÓN

La detección temprana de la HDC permite planificar el manejo prenatal y neonatal, lo que resulta en un aumento significativo de las tasas de supervivencia. La creación de centros especializados en terapia fetal equipados con tecnologías avanzadas, como ECMO y FETO, es fundamental. Además, es imprescindible fomentar la formación continua de personal médico en cirugía fetal y cuidados neonatales críticos, siguiendo modelos exitosos que han demostrado una mejora considerable en los resultados, al centralizar la atención en unidades de alta especialización. El establecimiento de subsidios gubernamentales para cubrir el traslado y tratamiento de mujeres gestantes con diagnóstico de HDC a centros especializados es una estrategia clave. Asimismo, la colaboración con organizaciones internacionales de salud puede fortalecer la infraestructura y la capacitación médica, reduciendo las disparidades en el acceso a servicios de alta calidad. Fomentar la participación en ensayos clínicos internacionales permitirá desarrollar protocolos adaptados a las necesidades de la región geográfica en cuestión, contribuyendo a mejorar los resultados clínicos y cerrar brechas en el manejo de la HDC.

REFERENCIAS

- Arteaga Martínez, S. M., y García Peláez, M. I. (2020). *Embriología humana y biología del desarrollo*. Médica Panamericana.
- Avila, S.A., M. Costa, E. Barbaro (2016). Diagnóstico prenatal de anomalías congénitas letales: Revisión de los registros de los últimos cinco años de un hospital. *Genética Médica*, suplemento de la revista *Journal of Basic & Applied Genetics*, (27)1, 203-227. Recuperado de https://www.scielo.org.ar/pdf/bag/v27s1/v27s1a15.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Benachi, A., Cordier, A.G., Cannie, M., Jani, J. (2014). Advances in prenatal diagnosis of congenital diaphragmatic hernia. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 19(6):331-7. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2014.09.005>
- Bindi, E., Lisi, G., Lauriti, G., & Cobellis, G. (2024). Minimally invasive pediatric surgery: How to improve and overcome limitations. *Frontiers in Surgery*, (17)11, 1446901. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1446901>
- Chávez-Saavedra, G., Lara-Lona, E., Hidalgo-Valadez, C., Romero-Salinas, N., & Méndez-Sashida, G. J. (2019). Experiencia en procedimientos laparoscópicos en México durante 2015: ¿dónde estamos? *Cirugía y cirujanos*, 87(3), 292-298. <https://doi.org/10.24875/ciru.18000562>
- Chiu P., P., L., Ijsselstijn, H. (2012). Morbidity and long-term follow-up in CDH patients. *European Journal of Pediatric Surgery*, 22(5):384–392. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1329412>
- Corrales-González, D. y Ceciliano-Romero, N. (2020). Comparación de recidiva posterior a hernioplastia diafragmática con cierre directo versus colocación de parche. *Acta Médica Costarricense*, 62(3), 109-112. Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S000160022020000300109&script=sci_arttext&utm_source=chatgpt.com

- Cruz-Martínez, R., Etchegaray, A., Molina-Giraldo, S., Nieto-Castro, B., Gil Guevara, E., Bustillos, J., Martínez-Rodríguez, M., Gámez-Varela, A., Saldivar-Rodríguez, D., Chávez-González, E., Keller, R., Russo, R., Yopez-García, E., Coronel-Cruz, F., Torres-Torres, J., Rojas-Macedo A., Ibarra-Ríos, D., Ordorica-Flores, R., Nieto-Zermeño, J., Alcocer-Alcocer, M. (2019). A multicentre study to predict neonatal survival according to lung-to-head ratio and liver herniation in fetuses with left congenital diaphragmatic hernia (CDH): Hidden mortality from the Latin American CDH Study Group Registry. *Prenatal Diagnosis*, 39(7), 519-526. <https://doi.org/10.1002/pd.5458>
- Cruz-Martínez, R. (2018). Cirugía fetal para hernia diafragmática congénita en América Latina. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 64(4), 655–660. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322018000400017&lang=es
- da-Costa-Santos, J., Bennini, J.R. (2022). Evaluación de factores pronósticos por métodos de imagen en casos de hernia diafragmática congénita aislada: Revisión integrativa. *Revista Brasileña de Ginecología e Obstetricia*, 44(4), 435-441. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1740296>
- Estrella Valdez, F. G. (2023). *Escala CDHSG para predicción de mortalidad en pacientes con hernia diafragmática congénita*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional UNAM. Recuperado de <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000843531/3/0843531.pdf>
- García-Posada, R., Gómez, O., Martínez, J.M., Puerto, B., & Gratacos, E. (2012). Hernia diafragmática congénita: criterios pronósticos y estado actual del tratamiento prenatal. *Diagnóstico prenatal*, 23(3), 126- 133. <https://doi.org/10.1016/j.diapre.2012.06.009>
- Holcomb, G. W., Murphy, J. P., & St Peter, S. D. (2021). *Cirugía pediátrica*. Elsevier.
- Hollinger L., E., Harting, M., T., Lally, K., P. (2017). Long-term follow-up of congenital diaphragmatic hernia. *Seminars in Pediatric Surgery*, 26(3):178–184. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2017.04.007>
- Houghton, N., Báscolo, E., Jara, L., Cuellar, C., Coitiño, A., del Riego, A., Ventura, E. (2022). Barreras de acceso a los servicios de salud para mujeres, niños y niñas en América Latina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46:e94. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.94>
- J-García H., Aparicio-de la Luz S., Franco Gutiérrez M., González-Lara D., González-Cabello H., Villegas-Silva R. (2002). Factores pronósticos asociados a mortalidad en recién nacidos con hernia diafragmática congénita. *Gaceta Médica México*, 139(1),7-14. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=1097>
- Jimenez, J. C. (2022). Instauración de un protocolo ERAS en cirugía ginecológica laparoscopia en un centro de III nivel (Tesis doctoral, Universidad de Málaga). Repositorio Institucional de Universidad de Málaga. Recuperad de <https://hdl.handle.net/10630/25426>
- Jone P., Kim J.S., Burkett D., Jacobsen R., Alvensleben J. (2022). Enfermedades cardiovasculares. En Bunik M., Hay, W.W., Levin M.J., Abzug, M.J.(Eds.), *Diagnóstico y tratamiento pediátricos*, McGraw-Hill Education. Recuperado de <https://ezproxy.upaep.mx:2055/content.aspx?bookid=3223§ionid=269874451>
- Kays, D.W. (2017). ECMO in CDH: Is there a role? *Seminars in Pediatric Surgery*,26(3),166-170. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2017.04.006>
- Lally, K.P., Lasky, R.E., Lally, P.A., Bagolan, P., Davis, C.F., Frenckner, B.P., Hirschl, R.M., Langham, M.R., Buchmiller, T.L., Usui, N., Tibboel, D., Wilson, J.M. (2013). Congenital diaphragmatic hernia an international consensus. *Journal of Pediatric Surgery*, 48(12),2408-2415. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2013.08.014>
- Lazar, D., A., Cass, D., L., Rodríguez, M., A., Hassan, S., F., Cassady, C., I., Johnson, Y., R., Johnson, K., E., Johnson, A., Moise, K., J., Belleza-Bascon, B., Olutoye, O.,O. (2011). Impact of prenatal evaluation and protocol-based perinatal management on congenital diaphragmatic hernia outcomes. *Journal of Pediatric Surgery*, 46(5):808-13. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2011.02.009>
- Lizano Villarreal, M. J., Arroyo Solís, D., y Gamboa Hernández, F. (2023). Hernia diafragmática congénita: una actualización en el abordaje diagnóstico y terapéutico. *Revista Médica Sinergia*, 8(4), 974. <https://doi.org/10.31434/rms.v8i4.974>
- Marlow, J., Thomas, J.(2013). A review of congenital diaphragmatic hernia. *Australasian Journal of Ultrasound in Medicine*, 16(1),16-21. <https://doi.org/10.1002/j.2205-0140.2013.tb00092.x>
- Mayer, S., Metzger, R., Kluth, D. (2011). The embryology of the diaphragm. *Seminars in Pediatric Surgery*, 20(3), 161- 169. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2011.03.006>

- Moreno Sánchez, J. A., Karchmer Krivitzky, S., García Castillo, G. A., Navarro Reynoso, F.P., y Garduño Zarazúa, R. (2019). Principios éticos y valores aplicados a la cirugía laparoscópica. *Acta médica Grupo Ángeles*, 17(4), 364-371. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032019000400364
- Orphanet. (s.f.). Congenital diaphragmatic hernia. Recuperado de <https://www.orpha.net/es/disease/detail/2140>
- Petit, F., Longoni, M., Wells, J., Maser, R.S., Bogenschutz, E.L., Dysart, M.J., Contreras H. T.M., Frénois, F., Pober, B.R., Clark, R.D., Giampietro, P.F., Ropers, H.H., Hu, H., Loscertales, M., WagneR, R., Ai, X., Brand, H., Jourdain, A.S., Delrue, M.A., Gilbert-Dussardier, B., Devisme, L., Keren, B., McCulley, D.J., Qiao, L., Hernan, R., Wynn, J., Scott, T.M., Calame, D.G., Coban-Akdemir, Z., Hernandez P., Hernandez-Garcia, A., Yonath, H., Lupski, J.R., Shen, Y., Chung, W.K., Scott, D.A., Bult, C.J., Donahoe, P.K., High, F.A. (2023). PLS3 missense variants affecting the actin-binding domains cause X-linked congenital diaphragmatic hernia and body-wall defects. *American Society of Human Genetics*, 110(10), 1787-1803. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2023.09.002>
- Politis, M.D., Bermejo-Sánchez, E., Canfield, M.A., Contiero, P., Cragan, J.D., Dastgiri, S., de Walle H.E.K., Feldkamp, M.L., Nance, A., Groisman, B., Gatt, M., Benavides-Lara, A., Hurtado-Villa, P., Kallén, K., Landau, D., Lelong, N., Lopez-Camelo, J., Martinez, L., Morgan, M., Mutchinick, O.M., Pierini, A., Rissmann, A., Šípek, A., Szabova, E., Wartecki, W., Zarante, I., Bakker, M.K., Kancherla, V., Mastroiacovo, P., Nembhard, W.N. (2021). International clearinghouse for birth defects surveillance and research. Prevalence and mortality in children with congenital diaphragmatic hernia: a multicountry study. *Annals of Epidemiology*, 56,61-69.e3. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2020.11.007>
- Puligandla, P., Skarsgard, E., Baird, R., Guadagno, E., Dimmer, A., Ganescu, O., Abbasi, N., Altit, G., Brindle, M., Fernandes, S., Dakshinamurti, S., Flageole, H., Hebert, A., Keijzer, R., Offringa, M., Patel, D., Ryan, G., Traynor, M., Zani, A., Chiu, P. (2023). Diagnosis and management of congenital diaphragmatic hernia: a 2023 update from the Canadian Congenital Diaphragmatic Hernia Collaborative. *Archives of Diseases in Childhood, Fetal and Neonatal Edition*, 109(3):239-252. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2023-325865>
- Qiao, L., Xu, L., Yu, L., Wynn, J., Hernan, R., Zhou, X., Farkouh-Karoleski, C., Krishnan, US., Khlevner, J., De A., Zygmunt, A., Crombleholme, T., Lim, F.Y., Needelman, H., Cusick, R.A., Mychaliska, G.B., Warner, B.W., Wagner, A.J., Danko, M.E., Chung, D., Potoka, D., Kosiński, P., McCulley, D.J., Elfiky, M., Azarow, K., Fialkowski, E., Schindel, D., Soffer, S.Z., Lyon, J.B., Zalieckas, J.M., Vardarajan, B.N., Aspelund, G., Duron, V.P., High, F.A., Sun, X., Donahoe, P.K., Shen, Y., Chung, W.K. (2021). Rare and de novo variants in 827 congenital diaphragmatic hernia probands implicate LONP1 as candidate risk gene. *American Journal of Human Genetics*, 108(10):1964-1980. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2021.08.011>
- Ruano, R., Klinkner, D.B., Balakrishnan, K., Novoa, Y. Novoa, V.A., Davies, N., Potter, D.D., Carey, W.A., Colby, C.E., Kolbe, A.B, Arendt, K.W., Segura, L., Sviggum, H.P., Lemens, M.A., Famuyide, A., Terzic, A. (2018). Fetoscopic Therapy for Severe Pulmonary Hypoplasia in Congenital Diaphragmatic Hernia: A First in Prenatal Regenerative Medicine at Mayo Clinic. *Mayo Clinic Proceedings*, 93(6):693-700. Recuperado de [https://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025-6196\(18\)30187-3/abstract](https://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025-6196(18)30187-3/abstract)
- Saroj, S.K., Kumar, S., Afaque, Y., Bhartia, A.K., Bhartia, V.K. (2016). Laparoscopic Repair of Congenital Diaphragmatic Hernia in Adults. *Journal of Minimally Invasive Surgery*, 2016:2016:9032380. <https://doi.org/10.1155/2016/9032380>
- Sobrero, H., De los Santos, J., Vezzaro, V., Dendi, A., Volpe, E., Moraes, Castro, M. (2023) Hernia diafragmática congénita: una revisión de literatura. *Investigación E Innovación Clínica Quirúrgica Pediátrica*, 1(2):39-49. <https://doi.org/10.59594/iicqp.2023.v1n2.63>
- Teunissen, N., M., Daniels, H., Schnater, J., M., de Blaauw, I., Wijnen, R., M., H. Prevalence and early surgical outcome of congenital diaphragmatic hernia in the Netherlands: a population-based cohort study from the European Pediatric Surgical Audit. *Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition*, 109(4):412-420. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2023-326311>

Revisión

Piel cabelluda y cuero cabelludo: implicancias terminológicas y anatómicas en ciencias de la salud

Jorge Eduardo Duque Parra^{1*}, Heliana Marcela Botello Mojica¹, Jhonatan Duque Colorado^{2,3}, Roby Esneyder Franco Gómez¹, Jhony Alejandro Díaz Vallejo¹

1. Programa de Medicina. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Caldas. Dirección: Carrera 25 # 48-57, Código postal: 170004 Manizales, Colombia.
2. Universidad de La Frontera, Facultad de Medicina, Programa de Doctorado en Ciencias Morfológicas, Temuco, Chile.
3. Universidad de La Frontera, Facultad de Medicina, Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ), Temuco, Chile

***Autor para correspondencia:**

Jorge Eduardo Duque Parra

✉ jorge.duque_p@ucaldas.edu.co

RESUMEN

Se presenta una revisión sobre el término “cuero cabelludo” usado ampliamente en español, término inadecuado, no vigente en la Terminología Anatómica que es de carácter internacional, planteando usar más apropiadamente el término piel cabelluda.

Palabras clave: Etimología, Historia, Piel cabelluda, Terminología.

ABSTRACT

A review of the term “cuero cabelludo”, widely used in spanish, is presented, an inadequate term, not in force in the international Terminologia Anatomica, proposing to use more appropriately the term scalp skin.

Keywords: Etymology, Hairy scalp, History, Terminology.

En diferentes textos científicos, especialmente del área de las ciencias de la salud, se hace referencia a la piel de la cabeza (**Figura 1**) de la siguiente manera: 1. El paciente presenta un cuero cabelludo (**Miravittles, 1969**); 2. Se sitúan electrodos en el cuero cabelludo (**Angelergues, 1972**); 3. Se sitúan fotodetectores que se colocan en el cuero cabelludo...en el que se ha introducido anestésico local en el cuero cabelludo (**Ramachandran, 2012**); 4. Sobre el perfil del cuero cabelludo (**Aldersey-Williams, 2013**); 5. Se distribuyen con mayor densidad en el cuero cabelludo (**Pro, 2012**); 6. Las venas del cuero cabelludo (**Moore et al., 2017**); 7. El cuero cabelludo (**Lippert, 2005**); 8. Las glándulas...y el cuero cabelludo (**García-Porrero & Hurlé, 2005**); 9. Está en contacto con el cuero cabelludo (**Latarjet & Ruiz Liard, 2009**); 10. Suele afectar al cuero cabelludo (**Ody & Norris, 2018**); 11. El cuero cabelludo es una estructura formada por cinco capas que rodean los huesos craneales, distribuidos desde la superficie (**Curazco et al., 2020**); 12. Los defectos

en el cuero cabelludo pueden ser secundarios a...antes de la llegada de la medicina moderna, no existían muchas herramientas para tratar defectos del cuero cabelludo ([Ramírez Blanco, 2018](#)); 13. Evaluación del pelo y cuero cabelludo ([Serrano-Falcón et al., 2012](#)); 14. El cuero cabelludo consta de cinco capas ([O'Rahilly, 1989](#)); 15. Existen múltiples entidades que afectan el cuero cabelludo ([Mochón Jiménez & Fernández-Crehuet Serrano, 2024](#)).

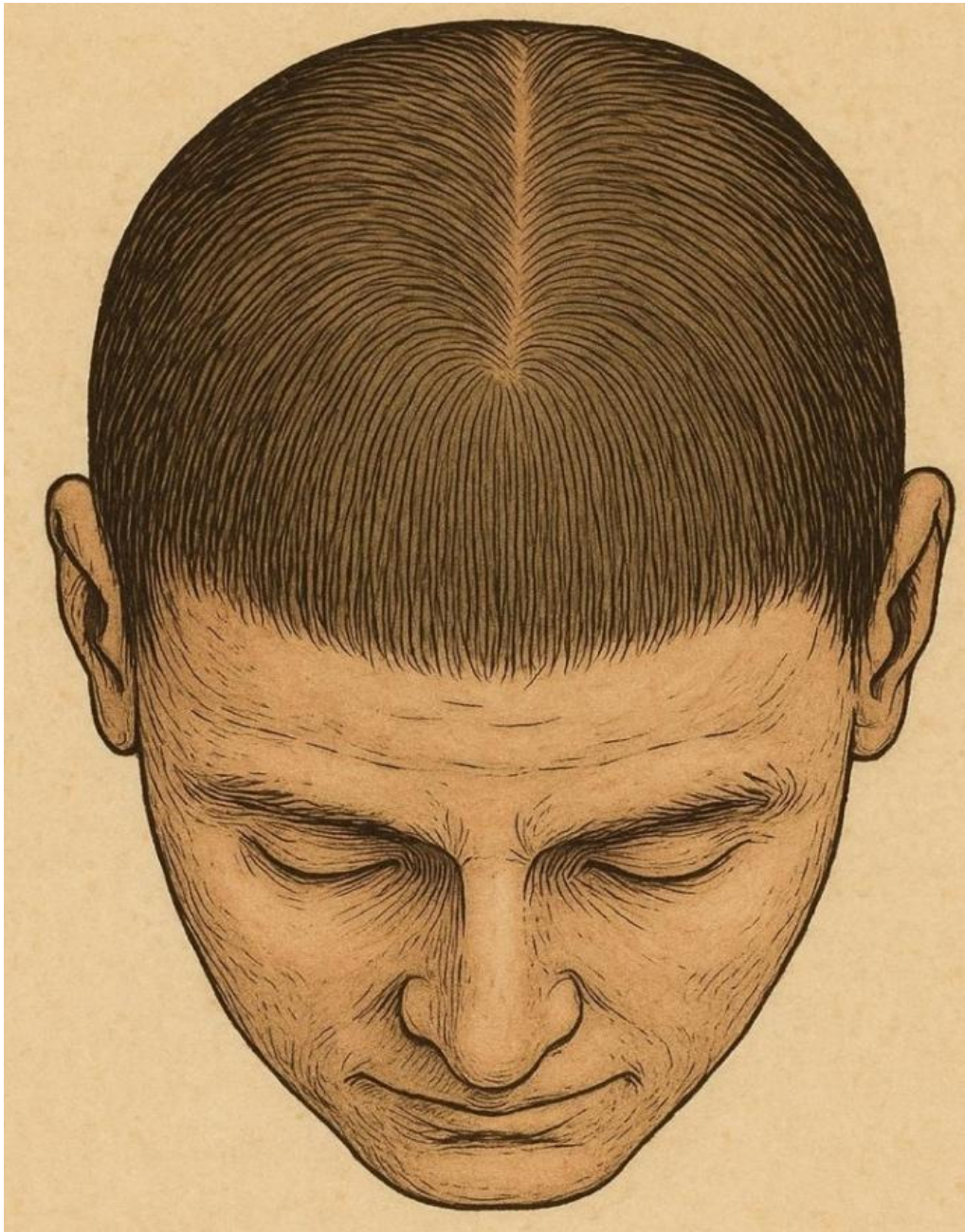


Figura 1. Esquema de la piel cabelluda.

Considerando lo anterior, el objetivo del presente trabajo es dilucidar si el término que usualmente en español se usa para la piel de la cabeza como cuero cabelludo, es correcto.

DISCUSIÓN

Quizá el elemento inicial que el ser humano primitivo analizó anatómicamente fue la piel. Sin embargo, se desconoce cuándo fue inicialmente estudiada con fines anatómicos y asociada con la piel de la cabeza. Aunque se puede relacionar con las primeras craneoplastias realizadas en los albores de la historia de la medicina, ya que suelen constituir la fase reparadora de la trepanación que, en las civilizaciones precolombinas, consistían en la simple interposición de láminas metálicas bajo la piel cabelluda (Durand *et al.*, 1997). Se ha anotado que la pérdida del cuero cabelludo es tan antigua como la humanidad, citándose, por ejemplo, que el general romano Orosius (101 a.n.e) enseñaba a sus soldados estacionados en Italia, a que arrancaran esta parte de sus enemigos como trofeo de guerra. También, entre los pueblos precolombinos de América, estaba asentado el concepto de arrancar el cuero cabelludo de los enemigos como signo de castigo y humillación (Iribarren Brown *et al.*, 2006).

En función de lo mencionado anteriormente, el término asociado para referirse a la piel que recubre la cabeza ósea, se ha traducido al español por cuero cabelludo, sin adaptar al español, el término usado en *Terminología Anatómica*, para representar a esta estructura, que aparece bajo el código 7113 con el nombre de *calva* (FIPAT, 2019). Aun así, algunos autores consideran que este término no representa de manera adecuada a la estructura en cuestión, por lo que han propuesto como único término vigente, la palabra de *epicranium*, la cual describe el conjunto de estructuras que cubren el cráneo de los vertebrados, brindando, además, información posicional sobre su disposición anatómica (García-Orozco *et al.*, 2024). Este estudio, se propone remplazar el comúnmente usado término cuero, con la palabra piel, pues este último término si aparece en la vigente *Terminología Anatómica*, que es internacional. Muy tempranamente en la historia, se plantearon descripciones de características de trastornos cutáneos con términos utilizados por Aulus Cornelius Celso (c 25 a.n.e- 50) para indicar afecciones de la piel que derivaban de nombres de animales, como la alopecia que proviene del griego antiguo ἀλώπηξ -*alōp ex*, zorro-, que indica una pérdida de cabello, similar a la del pelaje de zorro y la palabra *ophiasis* que deriva del griego antiguo ὄφις -*ophis*, serpiente- (Riva & Scordo, 2017), lo que denota que no se refería a la piel normal como cuero cabelludo, ya que este término vinculado con la piel de la cabeza, no corresponde con el de la *Terminología Anatómica* que es de tipo internacional, pues no aparece en ella, aunque si aparece pelo del escapo identificado con el numeral 7055 (FIPAT, 2019). Tener cuero cabelludo implicaría estar constituido por piel encurtida que se asocia con el término corioideo, el cual deriva del griego *chorion* -*chorion*-, en latín *corium*, que se corresponde a cuero (Boettner, 1942; Mascaró y Porcar, 1983) lo que equivale a la piel o pellejo de los animales después de curtido y preparado para múltiples usos en la industria (Mascaró y Porcar, 1983) (Figura 2), término que también se relaciona con el saquillo de cuero en que se depositaba el dinero (Duque Parra *et al.*, 2020). A pesar de ello, se anota que el corion es la parte de la piel que se curte para hacer el cuero (García-Porrero & Hurlé, 2005), pero los autores antes citados lo colocan por colocarlo, pues no lo aplican a la piel cabelluda y refuerzan que se trata de cuero cabelludo. Algunos parecen reconocer la diferencia ya que anotan que la piel en el rostro, aunque parecía hecho de cuero, estaba pálida y cubierta por sudor (Berlig, 2005). Cabe resaltar también, que los

traductores de los árabes utilizaban el término panículo para piel, término que proviene de *pannus*, tela o trapo (Hyrtl, 1880), de tal manera, la palabra panículo fue usada durante siglos para referirse a todo tipo de piel, como las capas de tejido conectivo y muchas otras.

Lo anterior denota, que el uso de la *Terminología Anatómica* en América Latina aún sigue siendo un grave problema de comunicación científica entre los profesionales y estudiantes del área de la salud y de las ciencias afines, por lo que la utilización de diversos nombres para una misma estructura puede llevar a aumentar los errores médicos y disminuir la seguridad y satisfacción de los pacientes. Esta realidad constituye una problemática educativa terminológica anatómica en América Latina, que se traduce, en definitiva, en errores de comunicación y falta de entendimiento producto del uso de diferentes términos para una misma estructura (Duque Parra *et al.*, 2018).

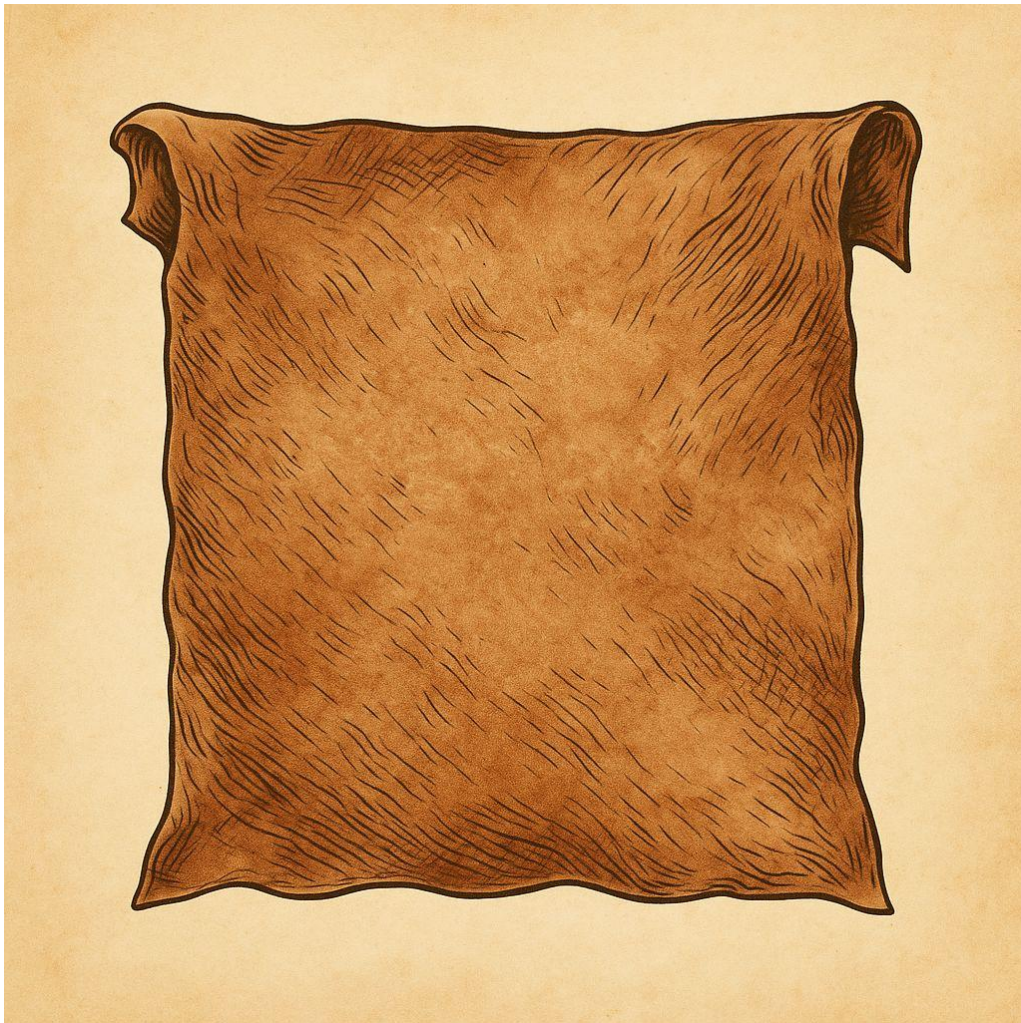


Figura 2. Cuero: equivalente para la piel o pellejo de los animales después de curtido y preparado para variados usos en la industria.

CONCLUSIÓN

Actualmente, la literatura anatómica no presenta un consenso unificado respecto a la denominación de la piel que recubre el cráneo óseo. El término más empleado es cuero cabelludo, no obstante, su origen etimológico y uso histórico remiten al tratamiento de cabezas humanas o animales desprovistas de vida, preparadas mediante curtido. En contraposición, proponemos el uso del término piel cabelluda, que alude de forma más precisa y adecuada a una estructura anatómica vital, funcional y en estado íntegro.

REFERENCIAS

- Aldersey-Williams, H. (2013). *Anatomías*. Editorial Ariel.
- Angelergues, R. (1972). *El cerebro y sus incógnitas*. Editorial Bruguera, S.A.
- Berling, P. (2005). *Los hijos del Grial*. Diario el país, S.L.
- Boettner, J. M. (1942). *Etimología Griega y Latina para el uso médico*. El Ateneo.
- Curasco, N., Quintana, J., Tintaya, M., Velásquez, J., Cahuatico-Choquevilca, L. A., Pillco Quispe, K, H. (2020). Revisión anatómica del cuero cabelludo. *Rev Peruana de Morfología*, 1(2): 13-20.
- Duque Parra, J.E., Castillo, R.S., Marín, J.F. (2020). El plexo coroideo: historia, estructura, función, etimología y propuesta de cambio terminológico. *Int J Morphol*, 38(6):1577-1579.
- Duque Parra, J.E., Vásquez, B., del Sol, M. (2018). Problemática educativa terminológica anatómica en América Latina: *Terminología Anatómica* es Internacional, no nacional ni regional. *Int J Morphol*, 36(4):1423-1430.
- Durand, J.L., Renier, D., Marchac, D. (1997). *L'histoire des cranioplasties*. *Ann Chir Plast Esthét*, 42: 75-83.
- FIPAT. (2019). *Terminología Anatómica*. Federative International Programme for anatomical terminology.
- García-Orozco L, Duque-Colorado J, Alarcón-Apablaza J, Del Sol M. (2024). Pertinencia del término latino Calva en Terminología Anatómica. *Int J Morphol*. 2024;42(5):1262–1266.
- García-Porrero, J.A., Hurlé, J.M. (2005). *Anatomía humana*. Mc Graw Hill.
- Latarjet, M., Ruiz Liard, A. (2019). *Anatomía Humana*. Editorial médica Panamericana.
- Hyrtl, J. (1880). *Onomatología Anatómica*. Geschichte und Krick der anatomischen Sprache der Gegenwart. Wien: Wilhelm Braumüller. K.K. Hof- und Universitätsbuchhandler.
- Iribarren Brown, O., Ríos Muñoz, P., Saavedra, Pinto, F., Rojas Guzmán, M., De Amesti Boza, E. (2006). Reconstrucción inmediata de cuero cabelludo. *Cir Plást Iberlatinamer*, 32 (1): 55-62.
- Lippert, H. *Lippert Anatomía*. (2005). Marbán Libros, S. L.
- Mabil Espinosa, P., Martínez Castillo, J. (2025). Neuroimagen funcional con fNIRS en investigación del sistema motor. *Elementos*, 138: 45-50.
- Miravittles, L. (1969). *Visado para el futuro*. Salvat editores, S.A.
- Mascaró y Porcar, J.M. (1983). *Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas*. Salvat.
- Mochón Jiménez, C., Fernández.Crehuet, Serrano, P. (2024). Dermatitis inflamatorias del cuero cabelludo. *Mas Dermatol*, 46: 15-21.
- Moore, A.L., Dalley II, A.F., Agur, A.M.R. (2017). *Anatomía con orientación clínica*. Wolters Kluwer.
- Ody, E., Norris, M. (2018). *Anatomía y Fisiología para Dummies*. Editorial para dummies.
- O'Rahilly, R. (1989). *Anatomía de Gardner*. Interamericana McGraw-Hill.
- Pró, E. A. (2012). *Anatomía Clínica*. Editorial médica Panamericana.
- Ramachandran, V. S. (2012) *Lo que el cerebro nos dice*. Ediciones Paidós.
- Ramírez Blanco, C.E. (2018). Reconstrucción del cuero cabelludo. *Rev Col Cirugía Plástica y Reconstructiva*, 24 (1):27-34.
- Riva, M.A, F Scordo, F. (2017). Celsus and scalp diseases: zoological terminology. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017, 31(2):e85.
- Serrano-Falcón, C., Fernández-Pugnaire, M.A., Serrano-Ortega, S. (2012). Evaluación del pelo y cuero cabelludo: tricograma. *Actas dermosifiliográficas*, 104 (10): 867-876.

Revisión

Etimología, visión histórica y estructura/función de la habénula

Jorge Eduardo Duque Parra^{1*}, Jhonatan Duque Colorado^{2,3}, Roby Esneyder Franco Gómez¹

1. Programa de Medicina. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Caldas Dirección: Carrera 25 # 48-57, Código postal: 170004 Manizales, Colombia.
2. Universidad de La Frontera, Facultad de Medicina, Programa de Doctorado en Ciencias Morfológicas, Temuco, Chile.
3. Universidad de La Frontera, Facultad de Medicina, Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ), Temuco, Chile.

***Autor para correspondencia:**

Jorge Eduardo Duque Parra

✉ jorge.duque_p@ucaldas.edu.co

RESUMEN

Se presenta una revisión etimológica, histórica y estructural funcional sobre la habénula, un componente del sistema nervioso central cuyo término es asimilado en neuroanatomía por rienda, que históricamente se identificó desde el siglo XV. Con base en sus varias funciones y disfunciones, la habénula hace parte más del hipotálamo aunque su ubicación es epitalámica, lo que la convertiría en otro componente del sistema límbico, o como un nodo crítico de vías nerviosas comunicantes del cerebro con los núcleos del tronco encefálico para la regulación de las conductas emocionales, motivacionales y cognitivas.

Palabras clave: Etimología, Habénula, Historia, Neuroanatomía.

ABSTRACT

This paper presents an etymological, historical, and functional structural review of the habenula, a component of the central nervous system whose term is assimilated in neuroanatomy by rein, which was historically identified in the 15th century. Based on its various functions and dysfunctions, the habenula is more closely related to the hypothalamus, although its location is epithalamic, which would make it another component of the limbic system, or a critical node of nerve pathways connecting the brain with the brainstem nuclei for the regulation of emotional, motivational, and cognitive behaviors.

Keywords: Etymology, Habenula, History, Neuroanatomy.

La habénula es una pequeña porción del sistema nervioso central conservada filogenéticamente en los vertebrados, cuyo nombre proviene del latín *habenula*, diminutivo de *habena*, que significa “tira” (Naambodiri *et al.*, 2016) “correa” o “rienda” (Ables *et al.*, 2023), cuya imagen en relación con el cuerpo pineal surgió de la Grecia antigua (Naambodiri *et al.*, 2016), aunque cualquier otro frenillo debería llamarse habena o habénula, de significado que se asimila a un cincho con el que se sujeta algo (Hyrtil,

1880) por dar esa apariencia al observar desde la región posterior la sujeción de la pineal (Figura 1 y 2). Esto, porque los extremos posteriores de las estrías medulares talámicas derecha e izquierda se proyectan hasta allí a modo de riendas (Lippert, 2005) concordante de las prolongaciones nerviosas estriadas citadas, que algunos definen por pedúnculos de la pineal (de la Peña, 1996). La habénula fue conocida por Andreas Vesalio (1514-1564) (Swanson, 2015) pero en ese tiempo no se usaba este nombre, pues en *De Humani Corporis Fabrica* describe esta región sin emplear un nombre específico en latín como lo conocemos hoy (Hyrtil, 1880). Se anota además, que la comisura habenular que intercomunica los núcleos habenulares, fue descrita por primera vez en 1555 también por Vesalio, como una sustancia blanca del sistema nervioso central cercana a la glándula pineal, sin igualmente nombrarla ni ilustrarla de ninguna manera (Turliuc et al., 2017). Vesalio se refiere a estos elementos en términos descriptivos hablando de las fibras que conectan con la pineal. Habénula también significa en la obra de Aulus Cornelius Celsus (25 a.n.e- 50) un pequeño trozo de carne que se extrae de una herida (Hyrtil, 1880), similarmente como tira de carne que se corta del labio de una llaga (de Miguel & de Morante, 1954) que no se asume para la neuroanatomía.

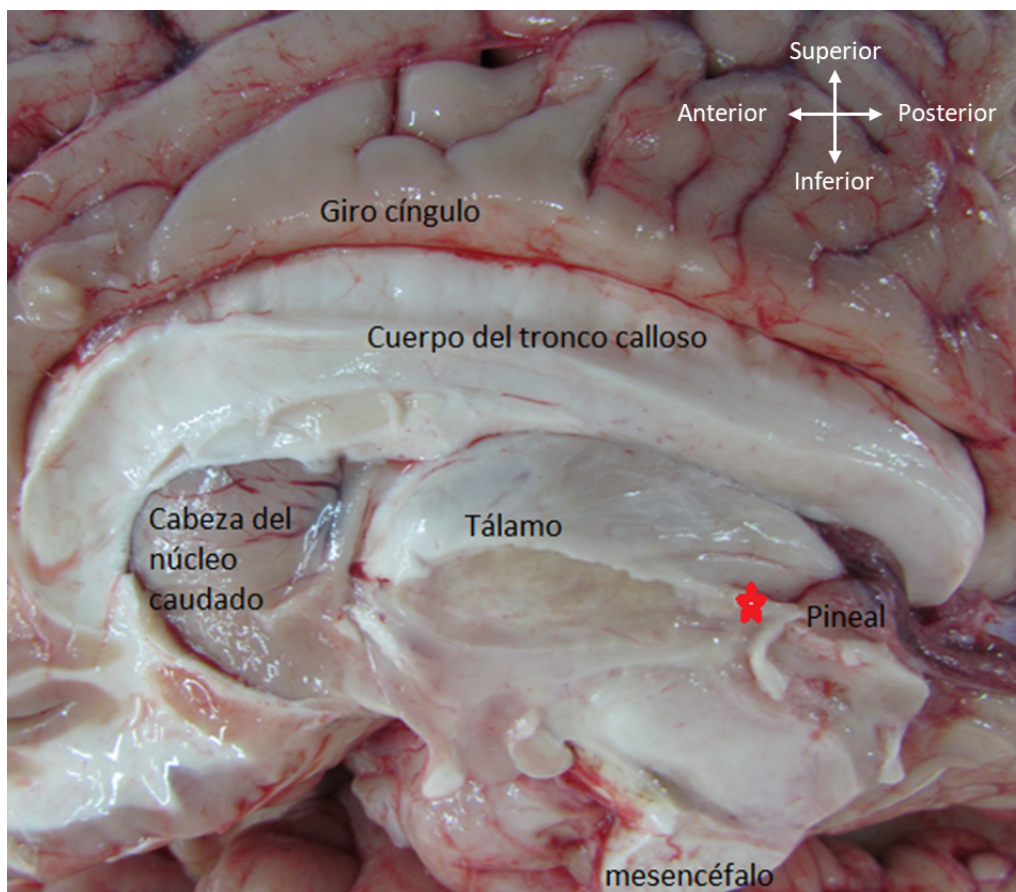


Figura 1. Corte sagital del encéfalo humano en el que se marca con una estrella roja la habénula.

Estructuralmente la habénula es un componente diencefálico del epitálamo, conformada por un componente lateral y otro medial (Naambodiri *et al.*, 2016; Standring, 2021) formando un tracto nervioso constituido por un grupo de axones con su oligodendrocitos envolventes (Duque Parra, 2014), que pasan cerca de la línea mediana y cruzan sus fibras superiormente al receso pineal (Dauber, 2007; Standring, 2021) formando la comisura interhabenular. Continúa con la estría medular del tálamo como su principal componente aferente y como eferente se incluye el fascículo retroflexo (Naambodiri *et al.*, 2016; Standring, 2021).

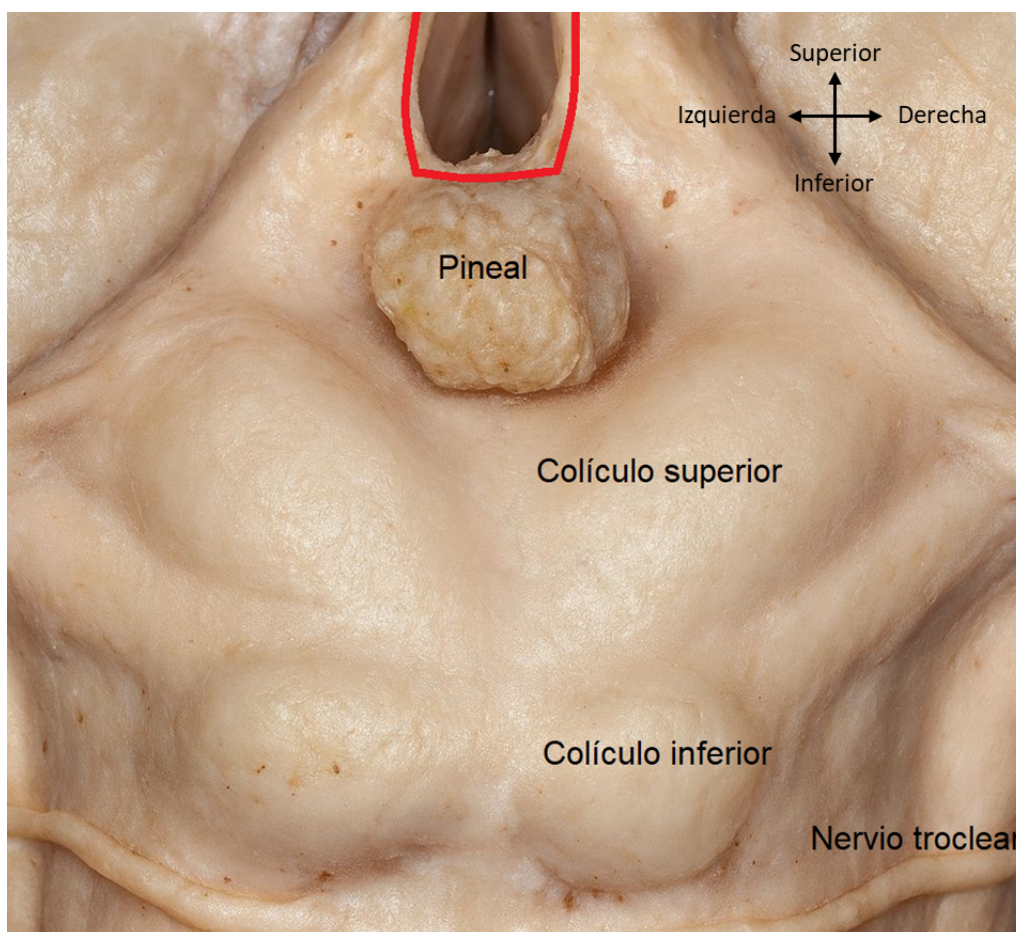


Figura 2. Imagen que resalta en rojo la habénula vista posteriormente con sus elementos neuroanatómicos asociados.

Las proyecciones que recibe la habénula se pueden originar de dos lugares fundamentalmente: 1. El complejo amigdalóide en la región subcortical del lobo temporal y de neuronas de los núcleos septales mediales y laterales, los cuales hacen sinapsis con el componente medial (Naambodiri *et al.*, 2016; Lawson, 2013). Del trigono olfatorio en la región lobar orbitaria sus aferentes se proyectan casi por completo al núcleo interpeduncular en el mesencéfalo, el área tegmental anterior (Freed *et al.*, 1995) y la

sustancia *nigra*. Los componentes laterales de la habénula sinaptan con el hipotálamo, el globo pálido y la corteza frontal anterior utilizando noradrenalina, dopamina y serotonina (Naambodiri *et al.*, 2016), para este último neurotransmisor reconociéndose que participa en animales de experimentación durante el contagio emocional negativo, revelando un aumento en la liberación de este neurotransmisor en la parte lateral habenular, mientras que al aumentarla en las proyecciones del rafe a la habénula, como capacidad de adaptación frente a esta situación adversa, es suficiente para recapitular la resiliencia, con lo que se revela que el favorecimiento de este neurotransmisor en las emociones indirectas conduce a ajustar patrones definidos de actividad neuronal (Mondoloni *et al.*, 2024).

La porción lateral suscita gran interés pues participa en la regulación de varias funciones fisiológicas que sugieren que las neuronas glutamatérgicas pueden desempeñar un papel crucial en la regulación de la temperatura (Wang *et al.*, 2025); también presentan neuronas que expresan acetilcolina, sustancia P, serotonina entre otros neurotransmisores (Lawson, 2013). Se sabe además, que la actividad neuronal en la habénula modula el sueño REM -sueño con movimientos oculares rápidos- (Dai *et al.*, 2025), con lo que se ha propuesto que, aunque presenta en el ser humano un volumen que oscila entre 15-30 mm³ (Lawson, 2013), puede reducirse y afectarse, afectando la calidad del sueño (Dai *et al.*, 2025). También hay neuronas que expresan neuropéptido Y1r en la habénula lateral como lugar crítico para promover la alimentación hedónica de bajo diestrés, y que la ausencia de este receptor en estas neuronas alivia los efectos obesificantes causados por la combinación de estrés y alimentación rica en grasas –aspecto comprobado en ratones- (Kin Ip *et al.*, 2023). El volumen reducido de la habénula además, es evidente en personas con depresión bipolar (Savitz *et al.*, 2011) en las que sus neuronas y astrocitos se han relacionado estrechamente con la etiología de esta alteración psiquiátrica, pues en el diestrés se induce un aumento acelerado del calcio astrocitario y una respuesta neuronal bimodal habenular en la que la activación o inhibición de la señalización del calcio astrocitario facilita o previene, respectivamente, las conductas depresivas inducidas por el diestrés. Eso permitirá ahondar en el manejo del diestrés y la prevención de la depresión (Xin *et al.*, 2025). También está relacionada la habénula con la anhedonia (Lawson, 2013; Yang *et al.*, 2018), la pérdida de apetito y el discomfort (Yang *et al.*, 2018).

Se hace evidente que las conexiones derivadas de la estría olfatoria se vinculan con la olfacción y las sinapsis de esta vía lo hacen con el tronco encefálico, asociándose con el gusto, pues estas funciones de registro químico de sustancia odoríferas (Dreosti *et al.*, 2014) y de sustancia químicas gustativas se integran en el sistema nervioso central.

La habénula actúa en consecuencia como sistema conector de varias partes del sistema nervioso importantes para la regulación de la conducta motivacional, en especial por su componente lateral, recibidas del prosencéfalo límbico, lo que le permite actuar como un centro integrador de información basada en sensaciones (Hu *et al.*, 2020), conducta social, estado anímico y cognición (Naambodiri *et al.*, 2016). También trabaja en el procesamiento aversivo y es sensible a la luz, dando como resultado una disminución en su activación cuando se produce un cambio en la luminancia. Este aspecto ha sido demostrado en la disminución en la activación modulado de manera circadiana, siendo más fuerte y desactivándose en la mañana que en las sesiones de la tarde (Kaiser *et al.*, 2019). La hiperactividad de la parte lateral de la habénula desempeña un papel fundamental en la aparición de estados emocionales negativos, incluidos los que ocurren durante la abstinencia de drogas adictivas (Tan *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

La habénula se conoce desde el siglo XV y su etimología se asume para rienda en vínculo estructural con al pineal. Variadas funciones y disfunciones de la habénula permiten asumir que aunque la habénula es una estructura fundamentalmente epitalámica, su funcionalidad está estrechamente vinculada con el hipotálamo, lo que la convertiría en otro componente más del sistema límbico, o quizás, como un nodo crítico de vías nerviosas límbicas que comunican el cerebro con los núcleos del tronco encefálico, desempeñando un papel fundamental en la regulación de las conductas emocionales, motivacionales y cognitivas.

REFERENCIAS

- De la Peña, C. (1996). Terminología médica. Mc Graw Hill Interamericana.
- Dauber, W. (2007). Pocket atlas of human anatomy. Thieme.
- de Miguel, D.R., de Morante. (1954). Nuevo diccionario Latino-Español etimológico. Librería general Victorino Suárez.
- Dreosti, E., Vendrell Llopis, N., Carl, M., Yaksi, E., Wilson, S.W. (2014). Left-right asymmetry is required for the habenulae to respond to both visual and olfactory stimuli. *Curr Biol*, 24(4),440-445.
- Duque Parra, J.E. (2014). El tejido glial. Las células nerviosas que no son neuronas. Editorial Universidad Autónoma de Manizales.
- Freed, C., Revay, R., Vaughan, R.A., Kriek, E., Grant, S., Uhl, G.R., Kuhar, M.J. (1995). Dopamine transporter immunoreactivity in rat brain. *J Comp Neurol*, 1995; 359(2), 340-349.
- Hu, H., Cui, Y., Yang, Y. (2020). Circuits and functions of the lateral habenula in health and in disease. *Nat Rev Neurosci*, 21(5), 277-295.
- Hyrtil, J. (1880). Onomatologia Anatomica. Wilhelm Braumuller. K.K. Hof- und Universitätsbuchhandler.
- Ables, J.L., Park, K., Ibañez-Tallon, I. (2023). Understanding the habenula: A major node in circuits regulating emotion and motivation. *Pharmacol Res*, 190, 106734.
- Kaiser, C., Kaufmann, C, Leutritz, T., Arnold, Y.L., Speck, O., Ullsperger, M. (2019). The human habenula is responsive to changes in luminance and circadian rhythm. *Neuroimage*, 189,581-588.
- Kin, I.C., Rezitis, J., Qi, Y., Bajaj, N., Koller, J., Farzi, A., Shi, Y-C., et al. (2023). Critical role of lateral habenula circuits in the control of stress-induced palatable food consumption. *Neuron*, 111(16), 2583-2600.
- Lawson, R.P., Drevets, W.C., Roiser, J.P. (2013). Defining the habenula in human neuroimaging studies. *Neuroimage*, 64, 722–727.
- Lippert, H. (2005). Anatomía con orientación clínica. Marbán libros, S.L.
- Mondoloni, S., Molina, P., Lecca, S., Wu ,C-H., Michel, L., Osypenko, D., Cachin, F., et al. (2024). Serotonin release in the habenula during emotional contagion promotes resilience. *Science*, 385(6713), 1081-1086.
- Nambodiri, K.M.V., Rodriguez-Romaguera, J., Stube, G.D. (2016). The habenula. *Curr Biol*, 26, R865–881.
- Dai, Q., Kyuragi, Y., Zakia, H., Oishi, N., Yao, L., Aki, M. Shibata, M., et al. (2025). The role of sleep quality in mediating the relationship between habenula volume and resilience *Psychiatry Res*, 344, 116358.
- Savitz, J.B., Nugent, A.C., Bogers, W., Roiser, J.P., Bain, E.E., Neumeiste, R. A., et al. (2011). Habenula volume in bipolar disorder and major depressive disorder: a high-resolution magnetic resonance imaging study. *Biol Psychiatry*, 69: 336–343.
- Standring, S (Ed). (2021). Gray's Anatomy. The anatomical basis of clinical practice. Elsevier.
- Swanson, L.W. (2015). Neuroanatomical Terminology. A lexicon of classical origins and historical foundations.
- Tan, D., Nuno-Perez, A., Mameli, M., Meye, F.J. (2019). Cocaine withdrawal reduces GABABR transmission at entopeduncular nucleus lateral habenula synapses. *Eur J Neurosci*, 50(3), 2124–2133.
- Turliuc, D., Turliuc, S., Cucu, A., Dumitrescu, G., Costea, C. (2017). An entire universe of the Roman world's architecture found in the human skull. *J Hist Neurosci*, 26(1), 88-100.

- Xin, Q., Wang, J., Zheng, J., Tan, Y., Jia, X., Ni, Z., Xu, Z., et al. (2025). Neuron-astrocyte coupling in lateral habenula mediates depressive-like behaviors. *Cell*, 188(12), 3291-3309.
- Wang, X., Chen, X., Zhang, Z., Liu, X., Lv, Q., Song, M., Zhao, D., et al. (2025). The lateral habenula contributes to regulation of body temperature. *Science*, 28(7), 112923.
- Yang, Y., Wang, H., Hu, J., Hu, H. (2018). Lateral habenula in the pathophysiology of depression. *Curr Opin Neurobiol*, 48,90-96.

Reporte de caso

Estudio cadavérico de la corona mortis y de los vasos obturatrices aberrantes: reporte de tres casos

Bruno Senatore^{1*}, Natalia Machado¹, Alejandra Mansilla¹

1. Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo-Uruguay.

***Autor para correspondencia:**

Bruno Senatore Lapachian

✉ b.sena.lapa@gmail.com

RESUMEN

La corona mortis y los vasos obturatrices aberrantes representan variables anatómicas relevantes por su localización en la región retropúbica y potencial riesgo hemorrágico en intervenciones quirúrgicas, aun así, la bibliografía no presenta un consenso respecto a su nomenclatura y clasificación precisa. Se realizó la disección anatómica de tres cadáveres humanos, dos femeninos y un masculino fijados con solución de formaldehído al 10% durante las prácticas de rutina del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de la República en Montevideo, Uruguay. En los tres casos se hallaron variantes anatómicas de los vasos obturatrices que cruzaban la rama superior del pubis. Se identificaron arterias obturatrices aberrantes originadas de un tronco común con la arteria epigástrica inferior. Además, se observaron anastomosis venosas compatibles con corona mortis venosa en dos casos una de ellas es bilateral. La variabilidad en la morfología y trayecto de los vasos, así como las distintas prevalencias reportadas y la ausencia de un consenso en la nomenclatura y clasificación exigen una revisión y mayor difusión de implicancias clínicas. Las variantes encontradas refuerzan la necesidad de considerarlas por adquirir una topografía frecuentemente abordada en distintos procedimientos quirúrgicos.

Palabras clave: Anatomía, Arteria obturatriz, Pelvis, Variación anatómica.

ABSTRACT

Corona mortis and aberrant obturator vessels represent relevant anatomical variations due to their location in the retropubic region and their potential hemorrhagic risk during surgical procedures. However, the literature does not present a consensus regarding their precise nomenclature or classification. An anatomical dissection was performed on three formalin-fixed human cadavers—two female and one male during routine practices at the Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. In all three cases, anatomical variations of obturator vessels crossing the superior pubic ramus were identified. Aberrant obturator arteries originating from a common trunk with the inferior epigastric artery were observed. Additionally, venous anastomoses consistent with venous corona mortis were found in two cases, one of them bilaterally. The variability in vessel morphology and course, along with the differing reported prevalences and the lack of consensus in nomenclature and classification, highlight the need for a revision and broader dissemination of their clinical implications. The anatomical variants observed underscore the importance of considering them, given their location in a region frequently approached during various surgical procedures.

Keywords: Anatomy, Anatomic variation, Obturator artery, Pelvis.

INTRODUCCIÓN

Las variaciones de los vasos obturatrices son conocidas habitualmente por la bibliografía bajo el término de “corona mortis”, sin embargo, no existe un consenso en la bibliografía acerca de la nomenclatura (Kostov *et al.*, 2021; Sanna *et al.*, 2018). El término corona mortis etimológicamente significa corona de la muerte (Baena *et al.*, 2015). Se refiere a una anastomosis entre los sistemas de los vasos ilíacos internos y externos por medio de un ramo vascular de menor calibre que se arquea sobre el ramo superior del pubis, pasando por detrás de él. Este vaso supone una anastomosis entre los vasos obturatrices y los vasos ilíacos externos o epigástricos inferiores, dicha estructura puede ser arterial y/o venosa (Darmanis *et al.*, 2007; Iaccarino *et al.*, 2016; Rusu *et al.*, 2010).

Los vasos obturatrices aberrantes tienen origen alternativo al clásicamente concebido, donde los vasos obturatrices son provenientes o tributarios del sistema ilíaco interno (Sanna *et al.*, 2018). El origen aberrante se reporta principalmente a partir de los vasos ilíacos externos directamente o a través de los vasos epigástricos inferiores (Sañudo *et al.*, 1993) señalan que la arteria obturatriz se desarrolla tardíamente durante la embriogénesis, y proponen, que previo al origen de las arterias circunfleja femoral medial y obturatriz como vasos a partir de la “rete femorale” y la “rete pelvicum” el flujo sanguíneo destinado a su territorio realiza una elección inusual de canales de origen y, en consecuencia, su origen alternativo en arteria epigástrica inferior.

Estas variaciones son estudiadas por adquirir una topografía en la región retropúbica, posterior a la rama superior del pubis en relación al ligamento pectíneo (Iaccarino *et al.*, 2016). La ruptura o lesión de estos vasos, causará una hemorragia significativa y difícil de controlar por la posterior retracción de los vasos hacia la cavidad pélvica, dificultando su pinzamiento y suponiendo un riesgo de vida para la persona, de ahí el nombre corona mortis, o corona de la muerte (Baena *et al.*, 2015; Iaccarino *et al.*, 2016).

La presencia de estas variables debe ser tomada en cuenta durante fracturas de la sínfisis y/o ramo superior del pubis y del acetábulo. Así como en todo abordaje quirúrgico de la región, tales como herniorrafias o hernioplastias inguinales, femorales, obturatrices, cistectomías radicales, entre otros (Pick *et al.*, 1942; Routt *et al.*, 1997; de Kleuver *et al.*, 1998; Skandalakis *et al.*, 2000; Mahato, 2010; Ramser *et al.*, 2014; Baena *et al.*, 2015; Kachlik *et al.*, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los hallazgos fueron identificados durante la disección de rutina en el Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de la República en Montevideo, Uruguay. Se utilizaron tres cadáveres humanos, dos femeninos y un masculino previamente fijados en solución de formaldehído al 10%, sin abordajes previos ni patologías. Se realizó la disección del abdomen plano a plano. El abordaje de la pared anterolateral del abdomen se realizó mediante una incisión longitudinal xifopubiana y otra transversal, de flanco a flanco. Se alcanzó el espacio retroinguinal donde se evidenció la presencia de las variaciones de los vasos obturatrices que describiremos.

CASO 1

Durante la disección de un cadáver femenino adulto fijado en solución de formaldehído, se encontró la presencia unilateral de arteria y vena obturatriz aberrantes derechas (Figura 1). La arteria se originó de la

arteria ilíaca externa, a partir de un tronco común compartido con la arteria epigástrica inferior. Presentó su trayecto sobre la cara posterior de la rama superior del pubis, hasta que alcanzó el surco obturador del foramen homónimo para abandonar la pelvis. La vena se encontró lateral a la arteria dirigiéndose desde el foramen obturado, abocándose directamente en la vena ilíaca externa.

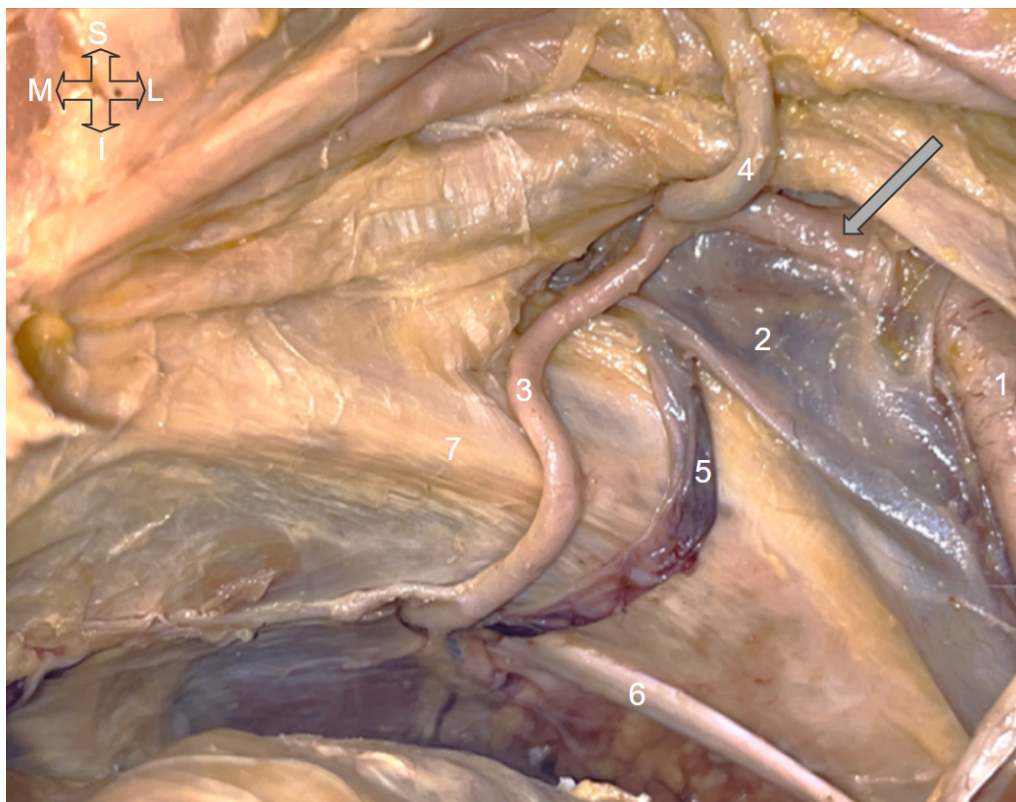


Figura 1. Vista posterior de la región retropúbica desde la cavidad abdominal. Superior (S); Inferior (I); medial (M); lateral (L). Flecha: Tronco común arteria obturatriz aberrante y arteria epigástrica inferior; 1: Arteria ilíaca externa, 2: Vena ilíaca externa; 3: Arteria obturatriz aberrante; 4: Arteria epigástrica inferior; 5: vena obturatriz aberrante; 6: Nervio obturador; 7: Rama superior del pubis.

CASO 2

Durante la disección de un cadáver femenino se encontró la presencia bilateral de una arteria obturatriz aberrante originada de la arteria ilíaca externa a partir de un tronco común con la arteria epigástrica inferior y una corona mortis venosa que anastomosa la vena obturatriz a la vena ilíaca externa (**Figuras 2 y 3**). Dichas estructuras presentaron un trayecto de, cefálico a caudal, lateral a medial y de posterior a anterior sobre la cara posterior de la rama superior del pubis.

CASO 3

Durante la disección de un cadáver masculino se encontró la presencia unilateral de arteria obturatriz aberrante y corona mortis venosa izquierdas (**Figura 4**). La arteria se originó de la arteria ilíaca externa, a

partir de un tronco común compartido con la arteria epigástrica inferior; discurrió posteriormente a la rama superior del pubis, hasta que alcanzó el surco obturador del foramen homónimo para abandonar la pelvis. la corona mortis venosa se forma a través de la anastomosis a nivel del foramen obturado de un tronco inferior tributario a la vena ilíaca interna y de un tronco superior tributario a la vena ilíaca externa de situación lateral a la arteria obturatriz aberrante cruzando la cara posterior del pubis.



Figura 2. Vista posterior de la hemipelvis izquierda correspondiente al caso 2. Superior (S); Inferior (I); medial (M); lateral (L). Flecha: Tronco común arteria obturatriz aberrante y arteria epigástrica inferior; 1 Arteria ilíaca externa; 2: Vena ilíaca externa; 3: Arteria obturatriz aberrante; 4: Arteria epigástrica inferior; 5: corona mortis venosa; 6: Nervio obturador; 7: Rama superior del pubis; 8: Vena obturatriz; 9 Ligamento redondo.

DISCUSIÓN

No se encontró un consenso en la bibliografía sobre la distinción de las variantes encontradas en corona mortis y vaso aberrante. Rusu y colaboradores (2010) denominan corona mortis a cualquier vaso que cruza sobre la rama superior del pubis, sin considerar si es un vaso anastomótico, uno relacionado con el sistema ilíaco externo o un pequeño vaso terminal, proponiendo incluso una clasificación donde se incluye a los vasos aberrantes como tipos de corona mortis. Otros artículos tampoco definieron estas estructuras de forma independiente (Kachlik *et al.*, 2019; Requarth & Miller, 2011).

En parte de la bibliografía consultada, las variaciones estudiadas se distinguen como entidades distintas mencionando los términos de vaso aberrante y corona mortis (Baena *et al.*, 2015; Darmanis *et al.*, 2007; Iaccarino *et al.*, 2016; Kostov *et al.*, 2021; Sanna *et al.*, 2018).

Kostov y colaboradores (2021) proponen una clasificación para ambas variables, congruente con lo que entendemos de las diferencias entre estas con adición del concepto “accesorio” equivalente a la corona mortis cuando no se aprecia anastomosis antes del foramen obturado.



Figura 3. Vista posterior de la hemipelvis derecha correspondiente al caso 2. Superior (S); Inferior (I); medial (M); lateral (L). Flecha: Tronco común arteria obturatriz aberrante y arteria epigástrica inferior; 1 Arteria ilíaca externa; 2: Vena ilíaca externa; 3: Arteria obturatriz aberrante; 4: Arteria epigástrica inferior; 5: corona mortis venosa; 6: Nervio obturador; 7: Rama superior del pubis; 8: Vena obturatriz; 9 Ligamento redondo.

Los datos de las prevalencias de las distintas variables son enunciados en la **Tabla 1**. Debemos jerarquizar el alto porcentaje de presencia de cualquier estructura vascular topografiada en el ramo superior del pubis en todos los trabajos que aportan dicho dato.

En lo que refiere a la corona mortis la moda de todas las variaciones registradas fue la de corona mortis venosa, exceptuando Rusu y colaboradores (2010) quienes enuncian una menor prevalencia que la variable arterial. Iaccarino y colaboradores (2016) y Rusu y colaboradores (2010) estudiaron los orígenes y abocamientos de los vasos corona mortis, registrando un origen de la arteria corona mortis a partir de la arteria epigástrica inferior en todos los casos. En cuanto a la vena corona mortis, Rusu y colaboradores

(2010) vieron que todas eran tributarias a la vena epigástrica inferior, mientras que Iaccarino y colaboradores (2016) registraron un 12.5% de las mismas tributarias a la vena epigástrica inferior y un 23.6 % a la vena ilíaca interna. La presencia de la arteria y la vena corona mortis en una misma hemipelvis fue únicamente registrada por Darmanis y colaboradores (2007), con una prevalencia del 27.5%.



Figura 4. Vista de la hemipelvis izquierda correspondiente al caso 3. Superior (S); Inferior (I); medial (M); lateral (L). Flecha: Tronco común arteria obturatriz aberrante y arteria epigástrica inferior; 1 Arteria ilíaca externa; 2: Vena ilíaca externa; 3: Arteria obturatriz aberrante; 4: Arteria epigástrica inferior; 5: corona mortis venosa; 6: Nervio obturador; 7: Rama superior del pubis, 8: Vena obturatriz.

En cuanto a los vasos aberrantes, existen menos datos en la bibliografía consultada sobre su variante venosa. Respecto al origen de la arteria obturatriz aberrante, lo más frecuente encontrado por los autores fue la arteria epigástrica inferior (AEI), seguido por la arteria ilíaca externa (AIE). Las prevalencias de los orígenes son: Iaccarino y colaboradores (2016) describen un 13.9% para la AEI y un 1.4% para la AIE; Rusu

y colaboradores (2010), 7.5% para la AEI y 2.5% para la AIE; Rajive & Pillay (2015), 22% para la AEI y 4% para la AIE, y Pai y colaboradores (2009), 14.3% para la AEI y 5.1% para la AIE. Por su parte, Al Talalwah (2016) documenta un 6.5% para la AIE y un 3.3% para la AEI, siendo además el único autor que reporta un origen desde la arteria femoral en un 1.1% de los casos.

El abocamiento de la vena obturatriz aberrante fue reportado por menos autores, Iaccarino y colaboradores (2016) reportan todos los casos tributarios a la vena ilíaca externa (VIE), mientras que Rusu y colaboradores (2010) reportan una prevalencia del 5% para el abocamiento en la vena epigástrica inferior (VEI) y 2.5% para la VIE. La presencia de un paquete vascular obturatriz aberrante fue encontrada con una prevalencia del 11.1% por Iaccarino y colaboradores (2016).

Darmanis y colaboradores (2007) registran una bilateralidad en las variables de los vasos obturatrices del 85% pero solamente 5% presentando simetría.

Tabla 1. Prevalencias de las principales variantes vasculares que cruzan el ramo superior del pubis en la bibliografía consultada

Autores	N	%CMA	%CMV	%AOA	%VOA	%cualquier vaso en relación al pubis
(Iaccarino, A.B et al., 2016)	72	5,6	36,1	15,3	1,4	
(Rusu et al., 2010)*	40	12,5	7,5	10,0	7,5	80%
(Darmanis et al., 2007)	80	36,0	60,0	1,25	3,75	83%
(Baena et al., 2015)	28	3,6	75,0	32,1	7,1	82,1%
(Okcu et al., 2004)	150	19,0	52,0	-	-	61%
(Pai et al., 2009)	98	2,0		19,4	-	
(Rajive & Pillay, 2015)	50	4,0		26,0	-	

Se enumera la prevalencia (%) reportada en la bibliografía consultada para cada variable (N) número de hemipelvis estudiadas, (CMA) corona mortis arterial, (CMV) corona mortis venosa, AOA arteria obturatriz aberrante, (VOA) vena obturatriz aberrante

*En dichos trabajos no consideran la misma nomenclatura del presente estudio, aun así se pudieron extraer datos concordantes.

CONCLUSIONES

Se reportaron dos casos unilaterales y un caso doble de variables en los vasos obturatrices correspondientes a corona mortis y vasos obturatrices aberrantes. Los hallazgos resaltan la importancia de reconocer estas estructuras en procedimientos quirúrgicos de la región pélvica debido al riesgo de hemorragia que conlleva su lesión. Asimismo, la ausencia de un consenso claro en la literatura respecto a la nomenclatura y clasificación de estas variaciones refuerza la necesidad de continuar su estudio y estandarizar los términos empleados.

Financiamiento: Los autores no recibieron financiamiento externo para el estudio

Conflictos de interés: No existen conflictos de interés

Consideraciones éticas: El material cadavérico utilizado fue obtenido a partir del programa de donación voluntaria de cuerpos de la facultad de Medicina de la Universidad de la República, Uruguay, contando con la aprobación del Departamento de Bioética de la institución.

REFERENCIAS

- Al Talalwah, W. (2016). A new concept and classification of corona mortis and its clinical significance. *Chinese Journal of Traumatology = Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 19(5), 251-254. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2016.06.004>
- Baena, G., Rojas, S., & Peña, E. (2015). Corona Mortis: Importancia Anatómica – Clínica y Ocurrencia en una Muestra de la Población Colombiana. *International Journal of Morphology*, 33(1), 130-136. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000100021>
- Darmanis, S., Lewis, A., Mansoor, A., & Bircher, M. (2007). Corona mortis: An anatomical study with clinical implications in approaches to the pelvis and acetabulum. *Clinical Anatomy (New York, N.Y.)*, 20(4), 433-439. <https://doi.org/10.1002/ca.20390>
- de Kleuver, M., Kooijman, M. A., Kauer, J. M., & Veth, R. P. (1998). Pelvic osteotomies: Anatomic pitfalls at the pubic bone. A cadaver study. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 117(4-5), 270-272. <https://doi.org/10.1007/s004020050244>
- Iaccarino, A.B., López Miná, M.I., Martínez Hinojosa, P.A., Muerza, C.D., Corá, C.H., & Meijomil, M. (2016). Corona mortis y su implicancia en la cirugía de la pared abdominal. *Revista Argentina de Anatomía Online*, VI(4), 170-175.
- Kachlik, D., Vobornik, T., Dzupa, V., Marvanova, Z., Toupal, O., Navara, E., Stevulova, N., & Baca, V. (2019). Where and what arteries are most likely injured with pelvic fractures?: The Influence of Localization, Shape, and Fracture Dislocation on the Arterial Injury During Pelvic Fractures. *Clinical Anatomy (New York, N.Y.)*, 32(5), 682-688. <https://doi.org/10.1002/ca.23372>
- Kostov, S., Slavchev, S., Dzhakov, D., Stoyanov, G., Dimitrov, N., & Yordanov, A. D. (2021). Corona mortis, aberrant obturator vessels, accessory obturator vessels: Clinical applications in gynaecology. *Folia Morphologica*, 80(4), 776-785. <https://doi.org/10.5603/FM.a2020.0110>
- Mahato, N. (2010). Retro-pubic vascular anomalies: A study of abnormal obturator vessels. *Eur J Anat*, 13 (2009), 121-126.
- Pai, M. M., Krishnamurthy, A., Prabhu, L. V., Pai, M. V., Kumar, S. A., & Hadimani, G. A. (2009). Variability in the origin of the obturator artery. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 64(9), 897-901. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322009000900011>
- Pick, J. W., Anson, B. J., & Ashley, F. L. (1942). The origin of the obturator artery. A study of 640 body-halves. *American Journal of Anatomy*, 70(2), 317-343. <https://doi.org/10.1002/aja.1000700206>
- Rajive, A. V., & Pillay, M. (2015). A Study of Variations in the Origin of Obturator Artery and its Clinical Significance. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 9(8), AC12-15. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/14453.6387>
- Ramser, M., Messmer, A. S., Zbinden, I., Von Holzen, U., & Nebiker, C. A. (2014). Incarcerated obturator hernia-laparoscopic repair with intraoperative view of the corona mortis. *Journal of Surgical Case Reports*, 2014(8), rju081. <https://doi.org/10.1093/jscr/rju081>
- Requarth, J. A., & Miller, P. R. (2011). Aberrant Obturator Artery Is a Common Arterial Variant That May Be a Source of Unidentified Hemorrhage in Pelvic Fracture Patients. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care*, 70(2), 366-372. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182050613>
- Routt, M. L., Simonian, P. T., & Swiontkowski, M. F. (1997). Stabilization of pelvic ring disruptions. *The Orthopedic Clinics of North America*, 28(3), 369-388. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70295-9](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70295-9)

- Rusu, M. C., Cergan, R., Motoc, A. G. M., Folescu, R., & Pop, E. (2010). Anatomical considerations on the corona mortis. *Surgical and Radiologic Anatomy: SRA*, 32(1), 17-24. <https://doi.org/10.1007/s00276-009-0534-7>
- Sanna, B., Henry, B. M., Vikse, J., Skinningsrud, B., Pękala, J. R., Walocha, J. A., Cirocchi, R., & Tomaszewski, K. A. (2018). The prevalence and morphology of the corona mortis (Crown of death): A meta-analysis with implications in abdominal wall and pelvic surgery. *Injury*, 49(2), 302-308. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.12.007>
- Sañudo, J. R., Roig, M., Rodriguez, A., Ferreira, B., & Domenech, J. M. (1993). Rare origin of the obturator, inferior epigastric and medial circumflex femoral arteries from a common trunk. *Journal of Anatomy*, 183(Pt 1), 161-163.
- Skandalakis, L. J., Androulakis, J., Colborn, G. L., & Skandalakis, J. E. (2000). Obturator hernia. Embryology, anatomy, and surgical applications. *The Surgical Clinics of North America*, 80(1), 71-84. [https://doi.org/10.1016/s0039-6109\(05](https://doi.org/10.1016/s0039-6109(05)

Reporte de caso

Anatomía humana: estudiantes desmotivados para estudiarla o docentes poco motivados para enseñarla

La enseñanza que deja huella no es la que se hace de cabeza a cabeza, sino de corazón a corazón

Howard G. Hendricks

Juan Carlos Araujo-Cuauro ^{1*} 

1. Cátedra de Anatomía Humana - Facultad de Medicina – Universidad del Zulia, Venezuela.

***Autor para correspondencia:**

Juan Carlos Araujo-Cuauro

✉ j.araujo@sed.luz.edu.ve

RESUMEN

En la actualidad uno de los desafíos en el proceso docente académico en la educación médica es entender los factores que afectan el rendimiento académico de los estudiantes. Desde un inicio estaban marcados por los factores cognitivos, pero últimamente se ha mostrado un interés por los factores afectivos, entre los que se encuentra la motivación. El objetivo fue identificar los factores que influyen en la desmotivación de los estudiantes para el estudio de la anatomía, así como la poca motivación de los docentes para enseñarla. Se utilizó un diseño cuali-cuantitativo transversal con una encuesta estructurada aplicada a 250 estudiantes que cursan la asignatura durante el primer semestre de la cohorte del año 2025 de la Escuela de Medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela. La calidad de la educación médica se encuentra influenciada por una multiplicidad de factores, entre los cuales la motivación juega un papel crucial. Diversos estudios han demostrado que la motivación de los docentes incide directamente en su desempeño en el aula de clase, en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje y, consecuentemente, en el rendimiento docente-académico de los estudiantes en el estudio de la anatomía humana. La investigación mostró que la motivación influye directamente en la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana en la carrera de medicina de la Universidad del Zulia. La investigación concluye que la motivación en el proceso educativo académico docente es un componente esencial para alcanzar una educación de calidad. Los datos obtenidos indican que factores como el apoyo del docente motivado es crucial para mejorar la motivación de los estudiantes.

Palabras clave: Anatomía, Aprendizaje, Desmotivación, Docente estudiante, Motivación

ABSTRACT

Currently, one of the challenges in the academic teaching process in medical education is understanding the factors that affect students' academic performance. From the outset, these were marked by cognitive factors, but recently there has been an interest in affective factors, including motivation. The objective was to identify the factors that influence students' lack of motivation to study anatomy, as well as teachers' lack of motivation to teach it. A

qualitative-quantitative cross-sectional design was used with a structured survey applied to 250 students taking the course during the first semester of the 2025 cohort at the School of Medicine of the Faculty of Medicine of the University of Zulia Maracaibo, Venezuela. The quality of medical education is influenced by a variety of factors, among which motivation plays a crucial role. Several studies have shown that teacher motivation directly affects their performance in the classroom, the quality of the teaching-learning process, and, consequently, the academic performance of students studying human anatomy. The research showed that motivation directly influences the quality of the teaching-learning process of human anatomy in the medical degree program at the University of Zulia. The research concludes that motivation in the academic teaching process is an essential component for achieving quality education. The data obtained indicate that factors such as the support of motivated teachers are crucial for improving student motivation.

Keywords: Anatomy, Demotivation, Motivation, Learning, Student, Teacher.

INTRODUCCIÓN

La formación médica ha sido una cuestión de prioridad durante las diferentes épocas de los estudios médicos a lo largo de la historia de la humanidad, por lo que la carrera de medicina, específicamente, siempre ha sido codiciada por los estudiantes. Por un lado, hoy día en la matrícula para estudiar medicina se duplica e incluso se triplican las ofertas que hace décadas atrás, pero también coinciden con esta situación, los bajos rendimientos académicos, lo cual se acrecienta por la falta de motivación, de orientación y formación vocacional adecuada. Por lo que se observa en el quehacer diario del proceso académico-docente, la desmotivación en los estudiantes por el estudio de la asignatura anatomía humana por lo surgen las interrogantes: ¿será solamente la desmotivación de los estudiantes para estudiarla o profesores poco motivados para enseñarla? ([Artino et al., 2010](#)).

Por este motivo, uno de los retos para los docentes médicos que dictan la asignatura anatomía humana es comprender mejor los factores personales que conducen al éxito individual de los estudiantes en las aulas o en las salas de disección.

Investigaciones recientemente en campos ajenos a la medicina como; Piaget, Goleman y Pekrun, han reconocido y enfatizado la importancia de la motivación y las emociones para un aprendizaje efectivo y el rendimiento de los estudiantes. Sin embargo, estos factores afectivos han recibido menos atención en la literatura sobre la educación médica. Uno de los desafíos actuales en la educación médica es entender los factores personales que afectan el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura anatomía, donde las investigaciones iniciales se orientan hacia la evaluación de los factores cognitivos (capacidad académica previa), y no cognitivos afectivos (personalidad, estilos de aprendizaje) ([Blanco Fernández et al., 2019](#)).

Pero en las últimas décadas ha surgido un gran interés por el factor afectivo de la motivación; este factor ha adquirido una importancia creciente en la educación médica, dado que la carrera de medicina tiene ciertas particularidades académico-docentes que la hacen diferente de otras carreras universitarias y que obligan al estudiante que cursa la asignatura anatomía humana a dedicar un mayor tiempo y esfuerzos considerables para lograr un desempeño y que pueden explicar solo parcialmente el desempeño y el rendimiento estudiantil. La importancia de la motivación en el comportamiento de aprendizaje y la

educación está bien investigada y comprobada en la educación general, pero mucho menos en la educación médica ([Puga García, 2017](#)).

La investigación sobre la motivación debe adquirir mayor relevancia en la formación médica. El interés de los docentes médicos por la motivación está en aumento, especialmente en las dos primeras décadas del siglo XXI. Donde se han planteado las cuestiones que constituyen el punto de partida de la presente revisión: ¿hasta qué punto los estudiantes de medicina están motivados intrínseca o extrínsecamente para el estudio y aprendizaje de la anatomía humana? ¿Por qué es necesario saberlo y entenderlo como docente? ¿Qué tipo de motivación es útil en la formación médica en anatomía humana? Se ha demostrado que la motivación es un predictor del aprendizaje, el éxito académico, la persistencia o continuidad en un estudio y el bienestar ([Kusurkar et al., 2011](#)).

Existen varias razones por las que la motivación de los estudiantes de medicina podría ser diferente a la de los estudiantes universitarios de otras carreras. La educación médica no es típica de la educación superior debido a su interrelación con el trabajo clínico. A diferencia de la educación general, donde los estudiantes tienen una extensa diversidad de alternativa para realizar distintas labores y crear perfiles únicos, la educación médica se orienta hacia una profesión restringida y claramente definida con un proceso enseñanza-aprendizaje que es muy característico e inclusive específico. Siempre se ha considerado que los estudiantes están altamente motivados desde el principio, tras haber efectuado un sacrificio enorme para ingresar a la carrera de medicina. Estas argumentaciones establecen la justificación para estudiar la motivación, especialmente en los estudiantes de medicina mientras cursan la asignatura anatomía humana, no obstante, sin dejar a un lado la motivación del docente para enseñarla ([Pintrich, 2003](#); [Hustinx et al., 2005](#)).

La motivación académica como el factor que justifica la fuerza y la dirección de la conducta del estudiante en la carrera de medicina. Así mismo, se configura como un elemento central del estudiante porque es el proceso que inicia, mantiene y controla las actitudes y comportamientos frente al estudio de una asignatura como la anatomía humana, por lo tanto, conocer este proceso y sus fluctuaciones durante el curso académico permitirá entender al estudiante durante el curso de la materia, desde la perspectiva de su propia experiencia, lo cual favorecerá en un futuro el diseño de las estrategias de enseñanza-aprendizaje dirigidas hacia la promoción de un tipo de motivación que favorezca el éxito académico y profesional del estudiante. Es en este punto donde surgen diferentes interrogantes ¿Qué puede hacer el docente para conseguir la motivación de sus alumnos para que se interesen y se esfuercen por aprender anatomía? ¿Están sus propuestas académicas/didácticas orientadas a promover la motivación en los estudiantes? ¿O será que se está ante la cuestión de alumnos desmotivados o docentes poco motivadores para enseñarla? En síntesis, dialéctica mediante un proceso académico/didáctico, se puede lograr mejores resultados en la enseñanza-aprendizaje de una asignatura como la anatomía ([Ferguson et al., 2002](#); [Liew et al., 2017](#)).

La motivación a nivel de la educación superior universitaria es un proceso general por el cual se inicia y dirige una conducta hacia el logro de unos objetivos, contentiva de variantes cognitivas de capacidades, competencias, aptitudes de pensamiento y comportamiento instrumentales para alcanzar los objetivos trazados y de variables afectivas, las que comprenden elementos como la autovaloración, el autoconcepto, la autoestima, el interés por un propósito. Ambas variables interactúan, se complementan y hacen

eficiente la motivación, siempre mediante el aprendizaje académico/didáctico en este caso de la anatomía (Bono, 2010).

Siempre se ha hecho referencia a cerca del mal o bajo rendimiento de los estudiantes de medicina en una asignatura como la anatomía humana debido a que están desmotivados, pero no hay un enfoque que focalice el tratar de conocer cuáles son los factores que están detrás de esta desmotivación en los estudiantes, así como cuales deben ser las estrategias y los instrumentos a implementar útiles para tratar de restablecer esa motivación. Es más fácil expresar por parte de los docentes que en los alumnos hay falta de motivación para estudiar y aprender el conocimiento anatómico, se tiende a considerar que los estudiantes no es que no estén motivados, sino que lo están por estrategias distintas a lo que les presentan sus profesores en el aula de clase del anfiteatro anatómico debido a la poca motivación para enseñarla. Para muchos expertos en el campo de la educación en general el aprendizaje está relacionado con la influencia motivacional que se genera con el desempeño de los profesores en los estudiantes, a partir de los modelos de actividades que los docentes fomentan en el dictado de las clases dentro del aula, a lo mejor todo esto sería un poco exagerado, pero es la realidad actual (Franco-López *et al.*, 2018).

Es por ello por lo que el objetivo de este artículo de investigación fue estudiar los factores que influyen en la motivación y/o desmotivación en el aprendizaje de la anatomía humana tanto por parte de los estudiantes para estudiarla como de los propios docentes para enseñarla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

Este artículo consiste en una investigación aplicada, descriptiva, cuantitativa, no experimental, basada en el método inductivo, transversal. El universo poblacional estuvo constituido por 250 estudiantes de la carrera de medicina que cursan la asignatura anatomía humana de la Escuela de Medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela con la finalidad de determinar los factores que influyen en la motivación y/o desmotivación en el aprendizaje de la anatomía humana tanto por parte de los estudiantes para estudiarla como de los propios docentes para enseñarla.

Consideraciones bioéticas

Por implicar y comprometer aspectos bioéticos, la investigación se llevó a cabo atento a las objeciones morales ético-bioético, así mismo basado en la orientación de las normativas vigentes (requisitos de las Good Clinical Practices–GCP, preceptos regulatorios y en conformidad a principios éticos con origen en la Declaración de Helsinki). Previo a la aplicación del instrumento (encuesta) se les explicó a los estudiantes de manera verbal, las implicaciones y propósitos de la investigación y se les tomó el consentimiento y se les garantizó el total anonimato de su participación.

Recolección de los datos

El diseño de la encuesta se desarrolló basándose en la literatura existente sobre motivación docente y enseñanza de excelencia, validado por expertos en educación. Se confeccionó y se utilizó una encuesta anónima, estandarizada y normatizada transversal cuali-cuantitativa, con respuestas de múltiples opciones y algunas semiestructuradas para identificar las respuestas de los estudiantes de la carrera de

medicina de la Escuela de Medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia Maracaibo-Venezuela, que estuviesen cursando la asignatura anatomía humana, sobre los factores que influyen en la motivación y/o desmotivación en el aprendizaje de la anatomía humana tanto por parte de los estudiantes para estudiarla como de los propios docentes para enseñarla. Se construyó según la siguiente composición de preguntas: (1). importancia de la motivación en el aprendizaje de la anatomía, (2). Estrategias para el aprendizaje que emplea el profesor en la práctica docente para mejorar la motivación, (3). Actitud del profesor en las clases como causa de desmotivación para el aprendizaje de la anatomía en los estudiantes, (4). La desmotivación por el profesor complica su proceso para la enseñanza-aprendizaje de la anatomía., y (5). La falta de disección en el cadáver motiva o desmotiva el aprendizaje anatómico.

La investigación se ejecutó en el período comprendido del año lectivo que se inició en mayo a julio de 2025, en las salas de clases.

Selección de los participantes

Se incluyeron a estudiantes de ambos sexos y de las diferentes edades que cursaban la asignatura anatomía humana. Todos correspondieron a la cohorte anual del año 2025. El 100% de los estudiantes invitados a completar el cuestionario suministrado, accedieron en forma voluntaria a responder la encuesta, no hubo ningún tipo de limitaciones. La recolección y procesamiento de los datos se realizó por medio del propio investigador a través de análisis de las encuestas recabadas en los estudiantes que estén cursando la asignatura anatomía humana en las salas de disección. Los datos recolectados fueron confrontados con los datos obtenidos en otras investigaciones similares.

Análisis de datos

Los datos de la encuesta se expresaron como valores absolutos del análisis de las variables cuantitativas se describe en porcentaje y se presentan en gráficos para su mejor comprensión, visualización y poder focalizar las diferencias.

RESULTADOS

Un total de 250 estudiantes respondieron la encuesta En la **Figura 1** sobre la importancia del uso de estrategias didácticas por el profesor para la motivación en clase para el estudio y aprendizaje de la anatomía, los resultados 64.0% (160/250), lo considera importante para la motivación en el estudio y aprendizaje de la anatomía, 28.0% (70/250) no lo considera importante para la motivación en el estudio y aprendizaje de la anatomía, y 8.0% (20/250) no sabe o no tiene conocimiento.

En el **Figura 2**, con respecto al empleo de estrategias didácticas afectivas (consideran la dimensión emocional y afectiva de los estudiantes, buscando fomentar su desarrollo socio-emocional junto con su aprendizaje cognitivo) por parte del profesor en la práctica docente para mejorar la motivación en el estudio de la anatomía, el 48.0% (120/250), reporto el no empleo de estrategias didácticas afectivas por el profesor en la práctica docente para mejorar la motivación de los alumnos en el estudio de la anatomía; el 20.0% (50/250) reporto que, si emplea al menos una estrategia didácticas afectivas para el estudio de la anatomía, y el 24. 0% (60/250) no sabe, no tiene conocimiento o no responde.

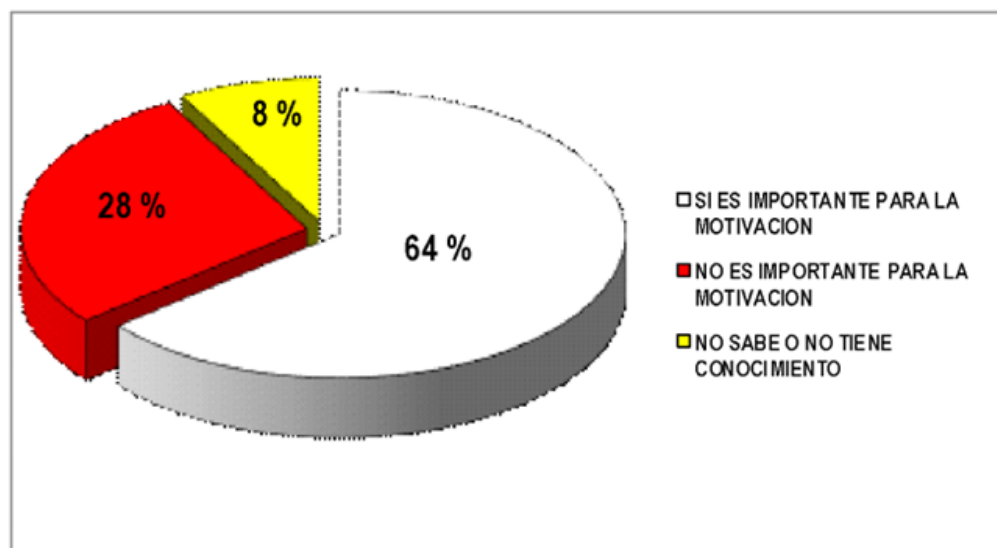


Figura 1. Distribución por porcentaje del uso de estrategias didácticas para la motivación (n=250).

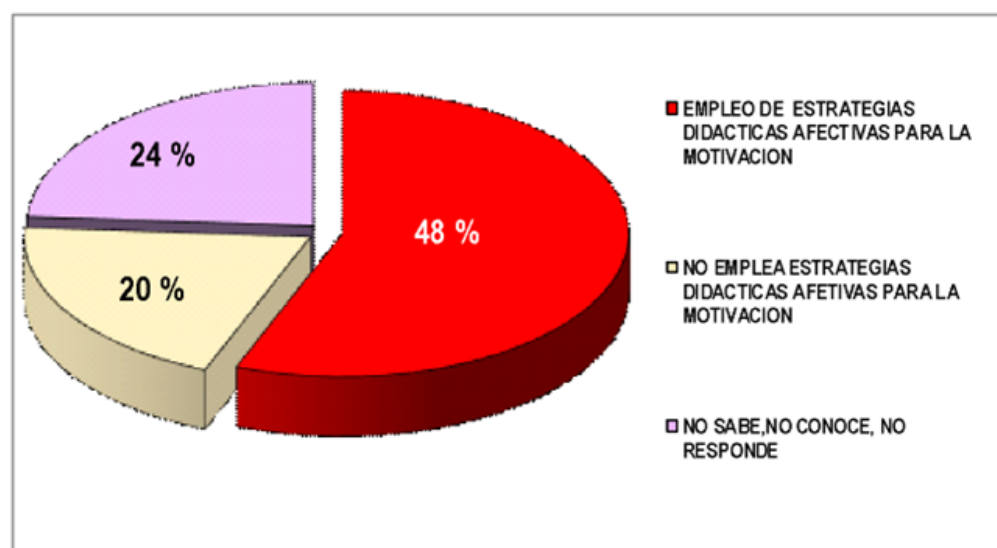


Figura 2. Distribución por porcentaje el empleo de estrategia para la motivación (n=250).

En **Figura 3**, la actitud del profesor en el dictado de las clases como causa de desmotivación para el aprendizaje de la anatomía por los estudiantes, las respuestas fueron; todas las anteriores 72.0% (180/250), algunas de las anteriores 20.0% (50/250), ninguna de las anteriores 8.0% (20/250).

Si bien es cierto que la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo y el intercambio de conocimientos es valiosa, pero como docente debemos entender que la anatomía humana es una

disciplina fundamental en los estudios de medicina que requiere un conocimiento profundo y experiencia por parte de docentes facilitadores calificados y preparados. La instrucción debe ser impartida por anatomistas con experiencia e idealmente, complementada con la participación de estudiantes avanzados (preparadores) y/o tutores experimentados y no por los estudiantes de primer año como viene sucediendo en las salas de clase del Instituto Anatómico de la Escuela de Medicina de la Universidad del Zulia, ya que esta debe ser impartida por los docentes designado para ello y no por los propios estudiantes.

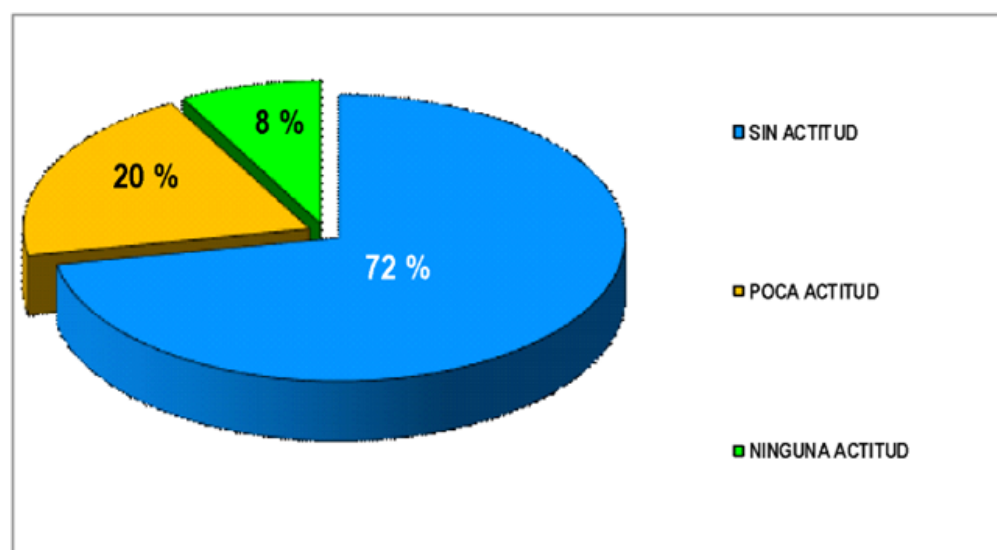


Figura 3. Distribución por porcentaje según la actitud del profesor como causa de desmotivación (n=250).

En el **Figura 4**, en cuanto al empleo de estrategias didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía por el profesor para encausarla en las nuevas transformaciones que se presentan en los momentos actuales en la carrera de medicina, los estudiantes encuestados respondieron 80.0% (200/250), no considera el empleo de estrategias didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje para las nuevas transformaciones, 16.0% (40/250), si considera el empleo de estrategias didáctica en el proceso enseñanza aprendizaje para nuevas transformaciones, y el 4. 0% (10/250) no sabe, no tiene conocimiento.

En el **Figura 5**, en cuanto a la motivación del profesor para enseñar la anatomía humana en el aula de clase; 84. 0% (210/250) desmotivado, 12. 0% (30/250) algo motivado, 4. 0% (10/250) muy motivado.

En el **Figura 6**, en cuanto a la falta de disección en el cadáver en las salas de disección del instituto anatómico motiva o desmotiva al estudiante para el estudio y aprendizaje anatómico, los encuestado respondieron; 76.0% (190/250) desmotiva, 20. 0% (50/250) en algo motiva, 4. 0% (10/250) no sabe o no tiene conocimiento.

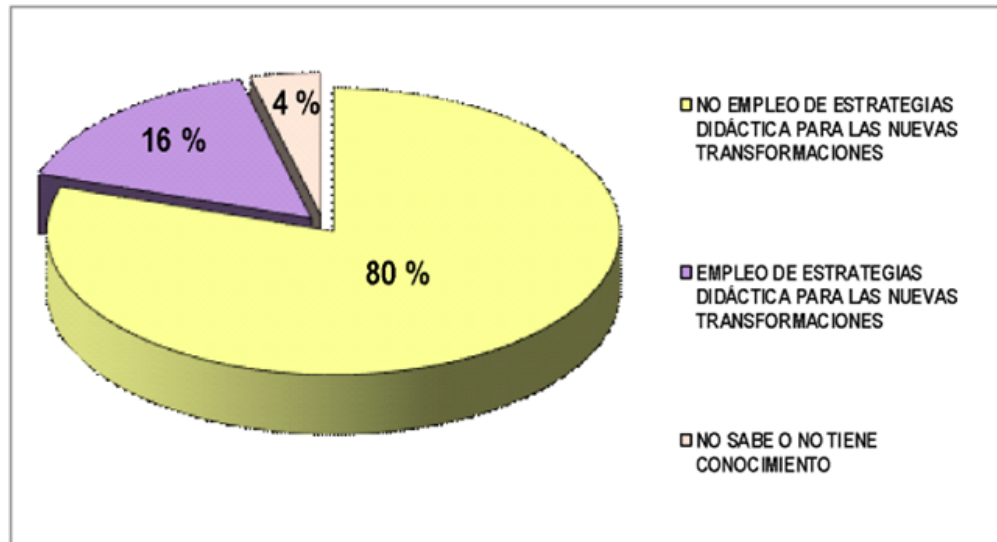


Figura 4. Distribución por porcentaje según el empleo de estrategias didáctica para encausarla en las nuevas transformaciones (n=250).

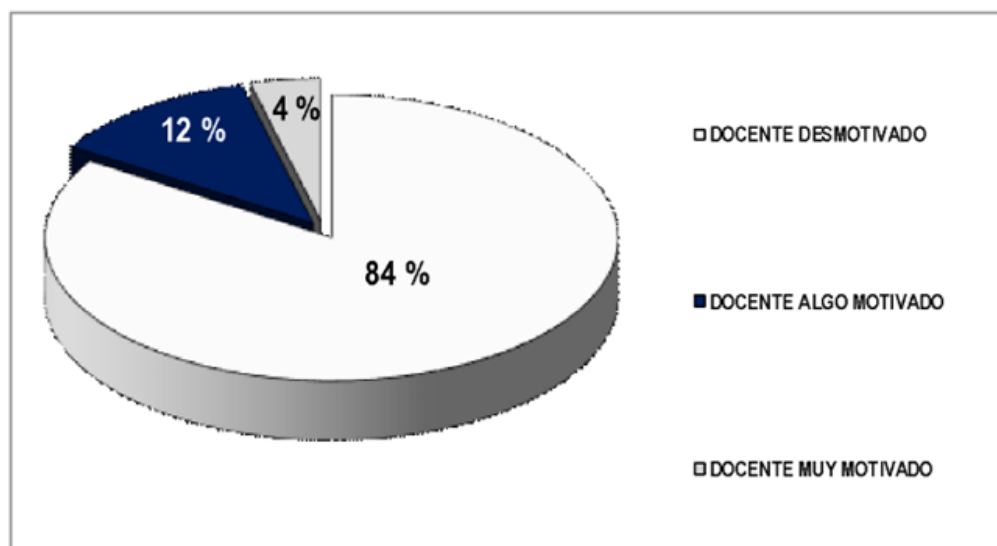


Figura 5. Distribución por porcentaje según motivación o desmotivación del docen(n=250).

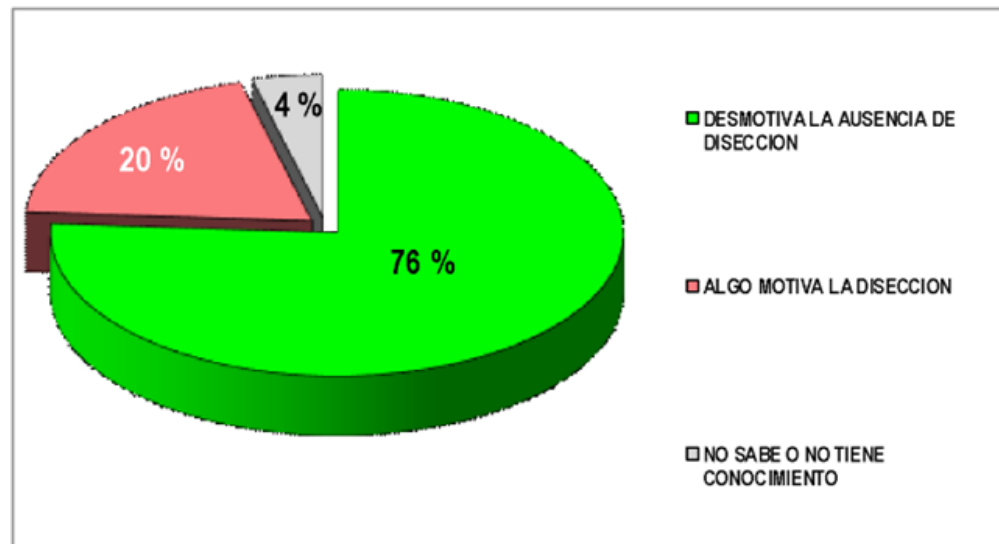


Figura 6. Distribución por porcentaje según motivación o desmotivación por la falta de disección (n=250).

DISCUSIÓN

La motivación es un fenómeno complejo que está condicionado por innumerables factores, la palabra motivación deriva del vocablo latino *movere*, que significa mover, esta se presente cuando se realiza una actividad, ya que es la fuerza o la determinación que impulsa a emprender acciones ya que está destinada para alcanzar metas específicas, ejecutar acciones para satisfacer necesidades o alcanzar objetivos. Es por lo que esta puede ser intrínseca (interna, como el disfrute de una actividad) o extrínseca (externa, como una recompensa). Por lo tanto, la motivación proporciona una dirección a la orientación de un individuo, que genera una tendencia a persistir. La motivación es un impulso interno que refleja las influencias de estímulos internos y/o externos. Cuando la motivación es involucrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje se convierte en un factor que favorece la consecución de los objetivos académicos y profesionales (Olmedo Rodríguez *et al.*, 2025).

La motivación en el sistema docente académico universitario es trascendental para un aprendizaje efectivo y el desarrollo integral de los estudiantes. La motivación docente, es específica por lo que contribuye en el desempeño de los docentes o facilitadores del proceso docente-didáctico, en la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje y finalmente, en el rendimiento académico de los estudiantes. Por lo tanto, la motivación docente es beneficiosa para la evolución educativa, porque interviene, apoya y contribuye en el comportamiento del individuo, de tal manera, que despierta su interés y su atención por subvencionar al progreso de capacidades y el esfuerzo en compartir conocimiento, garantizando una formación efectiva y duradera que permita tomar mejores decisiones en un futuro.

La ausencia de motivación hace complicada la labor docente de facilitador o profesor, ya que la ausencia de motivación por parte del alumno queda a veces fuera del alcance del profesor o viceversa. Sin embargo,

a pesar de su reconocida importancia, los dispositivos para fomentar y sostener la motivación docente no han sido lo idóneamente examinados ni implementados en los procesos educativos universitarios actuales. Es por ello que el entorno educativo universitario actual, el cual está signado por retos y/o desafíos ascendientes como la adaptación a las nuevas tecnologías y los cambios socioculturales, se hace imperativo profundizar en la comprensión de los factores que promueven o inhiben la motivación de los estudiantes. Esta necesidad se ve acentuada por la creciente demanda de una educación de calidad que prepare a los estudiantes en la carrea de medicina para enfrentar los desafíos del siglo XXI ([González-Castro et al., 2023](#)).

Entonces ¿Cómo estimular la motivación en los estudiantes por los docentes?, con: (a) la explicación de los objetivos educativos previstos en dictado de la asignatura anatomía humana, (b) con la justificación de los conocimientos anatómicos que se les enseña con las actividades que se le plantean en el aula de clase como por ejemplo la disección de cadáveres, (c) orientar las actividades académicas teórico-práctica de forma lógica y ordenada, (d) realizar actividades que les permitan a los estudiantes utilizar distintas capacidades para la resolución de problemas basados en el conocimiento anatómico, (e) fomentar la comunicación y las buenas relaciones entre el alumno y el docente, y (f) realizar tareas de grupo, plantear el razonamiento y la comprensión como el mejor instrumento para la resolución de actividades y conflictos en el proceso de aprendizaje de la anatomía humana.

Hoy día, hay señalamientos donde la falta de motivación es una de las causas principales del deterioro, menoscabo y desgaste como uno de los problemas más graves del aprendizaje en este caso en particular de la anatomía humana, sin motivación no hay aprendizaje ([Franco-López et al., 2018](#)).

El aprendizaje está relacionado con la influencia motivacional que generan los facilitadores docentes en los estudiantes, a partir de las pautas de actuación que los docentes desarrollan en el aula de clase. La poca o escasa motivación para estudiar y abordar el aprendizaje anatómico humano, así como el bajo rendimiento académico en los estudiantes constituyen un problema relevante en la Escuela de Medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, la cual requiere y amerita de una reflexión e investigación urgente que aporten las soluciones al problema de la desmotivación en los estudiantes de medicina en la cátedra de anatomía humana. Por otro lado, la poca motivación por los profesores para enseñarla agrava aún más el problema docente-académico en las instituciones universitaria que ofrecen estudios en medicina, se debe generar el aprendizaje desde la motivación que facilita la formación de alumnos motivados para aprender y de profesores motivados para enseñar ([Eccles y Wigfield, 2002](#)).

Hay que tener en cuenta la relación entre la motivación intrínseca y extrínseca. La motivación intrínseca sostenida puede convertirse en un obstáculo para el buen desarrollo de la acción didáctica, es imprescindible motivar a quién quiere aprender. Mientras que la motivación extrínseca impulsa a realizar actividades o alcanzar una meta debido a recompensas o castigos externos, en lugar de por el interés o disfrute inherente a la actividad misma. En el contexto educativo se distingue entre individuos con orientaciones intrínsecas cuando su aproximación a la tarea se centra en el aprendizaje; y aquellos con orientaciones extrínsecas cuando se fijan en el resultado material, en la nota que pueden obtener. Una acción está intrínsecamente motivada cuando lo que interesa es la propia actividad. Los teóricos del aprendizaje están de acuerdo en que los estudiantes motivados aprenden con mayor rapidez, y más eficazmente, que los estudiantes que no lo están. La motivación debe ser considerada tanto al inicio como

durante todo el desarrollo de las actividades académicas didácticas. Ya que los estudiantes tienen distintos tipos de metas, debido a sus patrones motivacionales, lo que influye en su actuación académica, por lo que existen estudiantes orientados completamente hacia el aprendizaje, motivación claramente intrínseca. En cambio, están los estudiantes orientados hacia metas de ejecución, buscando resultados concretos y beneficios tangibles (Banerjee *et al.*, 2017).

La motivación debe ser el elemento central y fundamental para lograr el involucramiento de los estudiantes como sujetos activos en su proceso de aprendizaje, logrando comprensión de los conceptos fundamentales de la disciplina anatomía humana. El aula como espacio social donde el proceso comunicacional es vital, las posiciones relativas del docente y del estudiante conformarán los estilos de comunicación observables. En el aula universitaria por lo general se instituyen formas vacías de relación entre profesores y estudiantes, y este es uno de los factores que influyen en el carácter estereotipado que tiene la enseñanza de la anatomía humana. Lo que genera un escenario propicio para incrementar la capacidad de pensamiento estratégico y para la comprensión, se acentúan los aprendizajes repetitivos y mecánicos, con una clara incidencia negativa sobre la comprensión del conocimiento anatómico. Sin embargo, cuando se emprenden tareas con una motivación intrínseca, no se necesita superar ningún preconcepto respecto a aburrimiento, temor al fracaso o aparente inutilidad o falta de aplicación de la tarea. Si al estudiar una asignatura como la anatomía se tienen expectativas claras y positivas, si se piensa en los logros futuros, pueden resultar gratificantes las tareas que se deben emprender en el estudio de la anatomía tanto por parte de los estudiantes como por los docentes (Emo, 2015).

El facilitador docente debe revisar la manera de actuar en el aula de clase, debe dar preferencia a la ejercitación de lo aprendido durante el dictado de sus clases de anatomía humana, es preciso saber actuar en el aula sin crear tensión, dando seguridad y consiguiendo que se realice la misma actividad de la forma más grata y beneficiosa posible, la organización flexible e independiente aumenta la motivación intrínseca de los alumnos, hace más fluida su participación y más responsable y coherente en el estudio de la anatomía.

El problema de la falta de motivación docente académica se deben considerar estos tres campos de actuación; (i). La relación andragógica educativa facilitador-participante; (ii). El cometido de las práctica en el aula de clase en el dictado teórico-practico de la anatomía; y (iii). Las tareas a realizar para el desarrollo efectivo motivacional del conocimiento en el aprendizaje de la anatomía. La relación alumno y profesor, así como la forma de gestionar el quehacer de la clase de anatomía humana pueden, por sí mismos, no dar como resultado un buen nivel de motivación si no se es capaz de secuenciar el aprendizaje de la anatomía y su forma práctica de realizarlo de un modo afín y adecuado (González-Torres, 2003).

¿Cómo llegar a alcanzar los niveles de motivación en los estudiantes? (1). Conociendo bien la temática del contexto anatómico; (2). Impartiendo el conocimiento con el ejemplo; (3). Respetando al estudiante; (4). Proporcionando las estrategias para resolver problemas basados en la anatomía; (5). Instrumentando la participación del estudiante en el aula de clase; (6). Implementando instrumentos en las estrategias de evaluación válidas; (7). Manifestando motivación durante el dictado de las clases de anatomía; y (8). Transfiriendo a través de metodología activa que utiliza situaciones problemáticas como punto de partida para el aprendizaje de la anatomía. Hoy día como tendencia en las escuelas de medicina norteamericanas

y europeas que ha generado los cambios curriculares que favorecen el aprendizaje basado en problemas (Mendoza Laz *et al.*, 2025).

Que se debe iniciar con un problema o elemento desencadenante que conduce el aprendizaje, centrado en el alumno participante orientado a sus necesidades formativas, donde el estudiante es el protagonista de su aprendizaje, lo que conlleva al cambio en el papel que desempeña el docente facilitador, que deja de ser el centro de atracción para transformarse en un tutor-facilitador, creador de entornos aptos para el aprendizaje (Chacón, 2017; González-López *et al.*, 2010).

Se propone futuras investigaciones que permitan evaluar a los tutores del aprendizaje, basado esto en problemas en los cursos de anatomía, así como un análisis comparativo de la clase magistral con el método propuesto. Además, dar un seguimiento en el futuro de quienes participarán de este método para comprobar su utilidad en la construcción de su conocimiento para aplicarlo a la clínica.

Para lograr la mayor motivación en los estudiantes de medicina que cursan la asignatura anatomía, es necesario realizar un plan de estudio realista, incentivador a que este tenga una actitud positiva ante el estudio de la anatomía. Si no se podrá observar en el quehacer diario del proceso docente la desmotivación de un grupo de estudiantes en la clase de anatomía humana como resultado en nuestra investigación llevada a cabo en un grupo de 250 estudiante de la Escuela de Medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, donde por un lado, el 72.0% respondió estar desmotivado para el estudio y aprendizaje del contenido anatómico, mientras que por el otro lado el 84. 0% consideran que hay falta de motivación del docente por enseñarla en el aula de clase.

Según el artículo publicado por Muñoz Valenzuela y colaboradores (2016), la motivación es fundamental en la formación, ya que impulsa el deseo de aprender. En el ámbito educativo, incluye factores cognitivos, afectivos y sociales, y proporciona un entorno que alienta el esfuerzo hacia metas concretas. La motivación educativa debe ser constante y, además de los esfuerzos de los estudiantes, requiere la orientación del docente. Asimismo, para Luna Flores, la motivación académica se impulsa principalmente por el desarrollo del estudiante, la orientación del profesor y los métodos empleados. Los docentes deben comprender las necesidades y capacidades de los estudiantes. Finalmente, para Castro Nevárez y Vega Intriago (2021), la motivación positiva utiliza incentivos y reconocimiento para fomentar una actitud favorable hacia el aprendizaje, aumentando la autoestima y la confianza del estudiante. Existen tres tipos de motivación positiva:

Sin embargo, son pocas las investigaciones reportadas en la literatura existente sobre cómo afecta la falta de motivación de los estudiantes para el estudio de la anatomía o la poca motivación de los docentes para enseñarla, lo que tienen efectos negativos sobre el rendimiento académico, el aprendizaje, los hábitos de estudio y la deserción estudiantil, entre otros. Por lo que sería importante seguir realizando estudios dirigidos al esclarecimiento de esta relación.

CONCLUSIONES

La motivación intrínseca en el proceso educativo académico docente es un componente esencial para alcanzar una educación de calidad. Nuestros datos indican que factores como el apoyo del docente motivado es crucial para mejorar la motivación de los estudiantes en el estudio y en la enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana como asignatura de la carrea de medicina.

Agradecimientos

A los estudiantes que permitieron la realización de investigación por atreverse a salirse del cesto para aprender la anatomía de manera distinta con una implementación de un buen método didáctico.

REFERENCIAS

- Artino A, La Rochelle J, Durning S. (2010). Creencias motivacionales, emociones y logros en estudiantes de medicina de segundo año. *Med Educ* [Internet]; 44(12):1203–12. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2923.2010.03712.x/abstract?>
- Banerjee, N., Stearns, E., Moller, S. & Mickelson, R. A. (2017). Teacher Job Satisfaction and Student Achievement: The Roles of Teacher Professional Community and Teacher Collaboration in Schools. *American Journal of Education*, 123(2), 203–241. Disponible en: <http://doi.org/10.1086/689932>.
- Bono A. (2010). Los docentes como engranajes fundamentales en la promoción de la motivación de sus estudiantes. *Revista Iberoamericana de Educación*; 54(2). Disponible en: <http://rieoei.org/3273.html>.
- Blanco Fernández, Jana; García Mata, Marian; Rebaque Gómez, Alfredo; García Pascual, Rocío; de Caso Fuertes, Ana M^a. (2019). Influencia compartida entre las diferentes variables psicológicas: motivación, emoción Y aprendizaje. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349860896032>
- Castro Nevarez, V. H., y Vega Intriago, J. O. (2021). La motivación y su relación con el aprendizaje en la asignatura de física de tercero en bachillerato general unificado. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 25(2), 322-348. Disponible en: <https://doi.org/10.46498/reduipb.v25i2.1503>.
- Chacón, Zaray Miranda. (2017). Enseñanza de la Anatomía basada en el enfoque de aprendizaje basado en problemas a través de casos clínico. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(1): Disponible en: DOI: 10.15517/aie.v17i1.27453
- Eccles JS, Wigfield A. (2002). Creencias, valores y objetivos motivacionales. *Annu Rev Psychol*; 53: 109-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>.
- Emo, W. (2015). Teachers' motivations for initiating innovations. *Journal of Educational Change*, 16(2), 171–195. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s10833-015-9243-7>.
- Ferguson E, James D, Madeley L. (2002). Factors associated with success in medical school: systematic review of literature. *BMJ*. 20;324(7343):952-7. doi: 10.1136/bmj.324.7343.952.
- Franco-López, J. A., Vélez Salazar, F. M., & López Arellano, H. (2018). La Motivación Docente y su repercusión en la Calidad Educativa: Estudio de Caso. *Revista de Pedagogía*. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ped/article/view/16530.
- González Castro, J. C. A., Corrales Félix, G. L., & Morquecho Sánchez, R. (2023). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*; 7(1), 3922-3938. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4708.
- González-López, Esteban, García-Lázaro, Isabel, Blanco-Alfonso, Augusto y Otero-Puime, Ángel. (2010). Aprendizaje basado en la resolución de problemas: una experiencia práctica. *Educación médica* 13 (1), 15-24. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S157518132010000100005&lng=es&tlng=es.
- González-Torres, M. (2003). Claves para favorecer la motivación de los profesores ante los retos educativos actuales. *Estudios Sobre Educación*, 5, 61–83. Disponible en: <http://www.unav.edu/web/estudios-sobre-ducacion/articulo?idArticulo=1107592>.
- Hustinx PWJ, Kuypers H, van der Werf MPC, Dijkstra P. (2009). Motivación de logro revisada: Nuevos datos longitudinales para demostrar su poder predictivo. *Educ Psychol*; 29(5)561–582. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01443410903132128>.
- Kusurkar R, ten Cate O, Van-Asperen M, Croiset G. (2011). La motivación como variable independiente y dependiente en la formación médica: una revisión de la literatura. *Med Teach*; 33(5): e242-62. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/0142159X.2011.558539>.

- Liew, T.W., Mat Zin, N.A. & Sahari, N. (2017) Exploring the affective, motivational and cognitive effects of pedagogical agent enthusiasm in a multimedia learning environment. *Hum. Cent. Comput. Inf. Sci*, 7(9). Disponible en: doi.org/10.1186/s13673-017-0089-2.
- Luna Flores, D. Y. (2023). *Habilidades sociales y rendimiento académico de los estudiantes del quinto grado de secundaria del Colegio Marino Adrián Meza Rosales, Huánuco - 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6499980>.
- Mendoza Laz, Pasqueline Elizabeth, Rivas Quiroz, Jahaira Jacqueline, Freire Jáuregui, Jenny Paola, Ugsha Quishpe, Myriam Narsica, & López Vera, José Ramon. (2025). La motivación y su importancia en el aprendizaje significativo. *Revista InveCom*, 5(3), e050328. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14217937>
- Muñoz Valenzuela, C., Conejeros Solar, M. L., Contreras Contreras, C., y Valenzuela Carreño, J. (2016). La relación educador-educando: Algunas perspectivas actuales. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42, 75-89. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300007>.
- Olmedo Rodríguez, Esteban Patricio, Pardo Rojas, Segundo, Camacho Castillo, Blanca Del Rosario, Cueva Briceño, María Yesenia, Pacheco Calva, María del Carmen, Camacho González, Matilde del Rosario, Camacho González, Dolores Mercedes, & Gaona Toledo, Sandra María. (2025). La motivación docente como pilar fundamental de la excelencia educativa. *Revista InveCom*, ; 5(1), e501061. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11491705>.
- Pintrich, PR. (2003). Una perspectiva de la ciencia motivacional sobre el papel de la motivación estudiantil en contextos de aprendizaje y enseñanza. *Revista de Psicología Educativa*; 95 (4), 667–686. Disponible en: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>.
- Puga García Arturo. (2017). Carrera de Medicina: Estudiantes desmotivados para estudiarla o profesores poco motivados para enseñarla. *Gac Méd Espirit* ; 19(2):17-26. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S160889212017000200004&lng=es.



Revista

Panamericana de Morfología