

ISSN 2697-3391

ANATOMÍA DIGITAL

Revista Científica Indexada
Revisada por pares ciegos



VOL 8 NUM 2.2
BIOMARCADORES



JUNIO
2025

www.anatomiadigital.org
www.cienciadigitalaeditorial.com



Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud.

ISSN: 2697-3391 versión electrónica

Los aportes para la publicación están orientados a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, con especial interés en:

- Artículos originales: incluye trabajos inéditos que puedan ser de interés para los lectores de la revista.
- Casos Clínicos: informe excepcional, raro, infrecuente que irá acompañado de una revisión del estado del arte 3.
- Comunicaciones Especiales: manuscritos de formato libre (documentos de consenso, formación continuada, informes técnicos o revisiones en profundidad de un tema) que se publicarán habitualmente por invitación.
- Análisis y opiniones de expertos de reconocido prestigio nacional e internacional sobre educación médica.
- Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.





Contacto: Ciencia Digital, Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485

Publicación:

w: www.cienciadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

Dr.C. Efraín Velastegui López. PhD. ¹

"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".

Albert Szent-Györgyi

¹ Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (PhD) en Conciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 60 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 13 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, una patente de la marca Ciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV- 18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo Ciencia digital, Conciencia digital, Visionario digital, Explorador digital, Anatomía digital y editorial Ciencia Digital registro editorial No 663. Cámara ecuatoriana del libro, director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

PRÓLOGO

El desciframiento del genoma humano es el símbolo de esta nueva etapa, que mezcla las utopías de la ciencia con la realidad médica.

La práctica de una Medicina científica técnicamente rigurosa y, al mismo tiempo, humana, me trae la imagen de innumerables doctores a través de los años. La integridad moral del insigne médico, científico y humanista es el mejor ejemplo a seguir. “no hay enfermedades sino enfermos”, si bien esta sentencia de genial clarividencia parece haber sido emitida con anterioridad por el eminente fisiólogo Claude Bernard. Su interés por todo lo que rodea al ser humano con espíritu renacentista, su capacidad de llevar a la práctica sus conocimientos y su buena disposición comunicativa lo han convertido en paradigma del galeno completo. Marañón es una de las mentes más brillantes del siglo XX, un espíritu humanístico singular, una referencia indiscutible e inalcanzable. No es fácil en estos tiempos desmemoriados y frívolos continuar por la luminosa senda que dejó abierta. Sirva de faro orientador esta figura clave de la historia de la Medicina y del Humanismo Médico, especialmente a quienes ignoran o desdeñan el pasado y se pierden en las complejidades del presente. Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud, orientada a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.

Índice

1. Análisis de lesiones para determinar la causa y el mecanismo de lesión por trauma abdominal penetrante por arma de fuego y arma punzante en medicina forense

(Mishell Francesca Avendaño Torres, Giovana Guadalupe Soto Pila)

06-26

2. Evaluación clínica e imagenológica de la fibrina rica en plaquetas en la regeneración ósea posexodoncia. Revisión sistemática

(Gabriela Verónica Rosales Salcedo, Rocío Magdalena Molina Barahona, Christian Silva Erráez, Denia Morales Navarro)

27-55

3. Funduplicatura de Nissen como técnica quirúrgica de elección en pacientes con hernia hiatal

(Evelyn Johanna Solano Benalcázar, Ariana Nicole Sari Yáñez, Víctor Peñafiel Gaibor)

56-74

4. Evaluación de la "lipocalina asociada a la gelatinasa de neutrófilos" como biomarcador temprano de daño renal en pacientes diabéticos

(Andrea Michelle Ricachi Guevara, Ana Verónica De la Torre Fiallos)

75-92

5. Análisis serológico de *Toxocara canis* y *Toxocara cati* por ELISA en niños de una escuela de educación básica de la provincia de Chimborazo

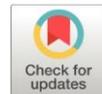
(Laura Katheryne Hernández León, Sandra Noemí Escobar Arrieta, Verónica Mercedes Cando Brito)

93-108

Análisis de lesiones para determinar la causa y el mecanismo de lesión por trauma abdominal penetrante por arma de fuego y arma punzante en medicina forense

Analysis of injuries to determine the cause and mechanism of injury by penetrating abdominal trauma from firearm and stabbing in forensic medicine

- ¹ Mishell Francesca Avendaño Torres  <https://orcid.org/0000-0001-9522-7264>
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses
amixu22@gmail.com
- ² Giovana Guadalupe Soto Pila  <https://orcid.org/0009-0009-2890-2253>
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador
dragiovannasoto@hotmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/03/2025

Revisado: 18/04/2025

Aceptado: 15/05/2025

Publicado: 13/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3412>

Cítese: Avendaño Torres, M. F., & Soto Pila, G. G. (2025). Análisis de lesiones para determinar la causa y el mecanismo de lesión por trauma abdominal penetrante por arma de fuego y arma punzante en medicina forense. *Anatomía Digital*, 8(2.2), 6-26. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3412>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Trauma, Abdomen,
Penetrante, Arma,
Forense, Violencia.

Resumen

Introducción: una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial es el trauma abdominal penetrante, con diversos enfoques de impacto en las regiones. Entre los artefactos más utilizados en estas prácticas son las armas de fuego y las armas punzantes, provocando gran preocupación por la tasa de incremento de estos casos violentos; frecuentemente se observa mayor utilización de armas punzantes por su alta disponibilidad en hogares y sitios de recurrencia, no obstante, la utilización de armas de fuego ha ido aumentando progresivamente por el ingreso de estas hacia el país por los Grupos de Delincuencia Organizada (GDO). Es imprescindible el estudio de las lesiones y el mecanismo de lesión para brindar de esta manera un correcto expediente clínico, redacción de informe, declarar o testificar ante un juez y así mismo exista una condena justa en los juicios en los que se encuentre inmerso el médico forense. **Objetivos: General:** analizar las diferentes lesiones abdominales penetrantes, así como su mecanismo de acción, en víctimas de violencia por armas punzantes y armas de fuego. **Específicos:** consolidar información mediante la investigación y búsqueda en bases de datos de alto impacto con el fin de brindar una herramienta para los profesionales de Criminalística y Ciencias Forenses. Definir los artefactos comúnmente usados en estos actos delincuenciales, así como correlacionar esta información con datos de zonas importantemente conflictivas a nivel mundial. **Metodología:** mediante la búsqueda sistemática en bases de datos y revistas científicas incluyendo PUBMED, PMC, ELSEVIER, The Cochrane Library Plus, NCBI, The Lancet Global Health y UpToDate, cuyo fin fue desarrollar un estudio descriptivo basado en una revisión bibliográfica actualizada y estructurada. **Resultados:** en el primer semestre del 2024, en Ecuador, existieron 2595 homicidios los cuales fueron perpetrados con armas de fuego y con armas blancas. El arma de fuego puede provocar un orificio de entrada, trayectoria y orificio de salida o a veces el proyectil queda a nivel de alguna estructura anatómica interna. Las lesiones provocadas dependen de la velocidad, distancia y el arma utilizada. Las armas blancas pueden provocar heridas cortantes, punzantes, contuso-cortantes, corto punzantes. El órgano afectado a nivel

abdominal con más frecuencia fue el intestino delgado.

Conclusiones: la descripción detallada de las lesiones es fundamental para el desarrollo de la justicia, por lo que es importante el estudio de estas tanto para el personal de Criminalística y Ciencias Forenses como para el personal de urgencias de los hospitales que muchas veces realizan la recepción de estos casos, teniendo en cuenta que los artefactos mayormente utilizados en delitos son revólveres, armas con proyectiles de velocidad media y alta, además de instrumentos con punta que puedan causar lesión. **Área de estudio general:** Criminalística. **Área de estudio específica:** Medicina legal. **Tipo de estudio:** Revisión Bibliográfica.

Keywords:

Trauma, Abdomen,
Penetrating, Gun,
Forensic, Violence.

Abstract

Introduction: One of the leading causes of morbidity and mortality worldwide is penetrating abdominal trauma, with different impact approaches in the regions. Among the devices most commonly used in these practices are firearms and sharp weapons, causing great concern about the rate of increase of these violent cases; there is often increased use of sharp weapons due to their high availability in homes and sites of recurrence, however, the use of firearms has been increasing by the entry of these into the country by Organized Crime Groups (GDO). It is essential to study the lesions and injury mechanism to provide a correct clinical record, report writing, to testify before a judge, and there is also a just conviction in the trials in which the Forensic Physician is involved. **Objectives:** **General:** Analyze the different penetrating abdominal injuries, as well as their mechanism of action, in victims of violence by sharp weapons and firearms. **Specifics:** Consolidate information through research and search in high-impact databases to provide a tool for Criminology and Forensic Science professionals. Define the devices commonly used in these criminal acts, as well as correlate this information with data from major conflict areas worldwide. **Methodology:** Through a systematic search in databases and scientific journals, including PUBMED, PMC, ELSEVIER, The Cochrane Library Plus, NCBI, The Lancet Global Health and UpToDate, the aim was to develop a descriptive study based on an updated and structured literature review. **Results:** In the

first half of 2024, in Ecuador, there were 2,595 homicides committed with firearms and weapons. The firearm may cause an entry, trajectory and exit orifice or sometimes the projectile remains at the level of some internal anatomical structure. Injuries caused depend on speed, distance and the weapon used. Blunt weapons can cause sharp, stabbing, contusive, short-stabbing wounds. The most frequently affected organ at the abdominal level was the small intestine. **Conclusions:** The detailed description of injuries is essential for the development of justice, so it is important to study these both for the Criminalistics and Forensic Sciences staff as well as for the emergency room staff of hospitals that often carry out the reception of these cases, Bearing in mind that the most commonly used devices for criminal offences are revolvers, medium-speed and high-velocity projectile weapons, as well as pointed instruments which may cause injury. **General Area of Study:** Criminalistics. **Specific area of study:** Legal Medicine. **Type of study:** Bibliography Review.

1. Introducción

La Criminalística en el país tiene sus inicios en el año 1938, en donde se introducen informalmente algunas técnicas como la dactiloscopia- En 1960 se crean los primeros laboratorios forenses rudimentarios en la Policía Nacional, institucionalizándose el Departamento de Criminalística en el año 1975, desde entonces se empieza a capacitar a peritos en el área de balística, documentología, grafotecnia y fotografía forense. En 1959 en la presidencia de Camilo Ponce Enríquez, se crea el departamento Médico Legal de Quito y posteriormente el departamento Médico Legal de Guayaquil, adscritos al Departamento de Sanidad de la Policía Nacional. En el año 2017 se consolida una institución con sedes regionales especializada en medicina legal y ciencias forenses con la responsabilidad de gestionar las evaluaciones periciales, esta institución llegando a denominarse “Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses” (1), la misma que en el 2021, lanza el primer volumen de la revista “Forenses Ecuador” con el fin de crear un medio informativo de cifras de gestión pericial, no obstante, en el año 2024, en su tercer volumen, se evidencia la publicación de artículos científicos en materia de medicina legal y ciencias forenses (2). Este artículo tiene como fin ser un instrumento de

conocimiento y aprendizaje para todo el personal de Medicina Legal y Ciencias Forenses, centrándose en la rama de traumatología forense.

La traumatología forense brinda un aporte fundamental en el análisis de las lesiones con el fin de la determinación de la causa y manera de muerte; abarcando desde la evaluación de la vitalidad de heridas hasta el análisis por medio de tecnología avanzada de tejidos blandos y huesos. En cuanto a avances recientes tecnológicos, los cuales mediante la aplicación de técnicas histológicas e inmunohistoquímicas aportan a la determinación de heridas antemortem y postmortem; la aplicación de técnicas de aclaramiento óptico de tejidos en la autopsia mediante la limpieza con un disolvente orgánico no tóxico, que hace que los órganos extirpados sean transparentes y las hemorragias o vasos sanguíneos se muestran opacos, cada una de ellas se describirá posteriormente en el desarrollo del presente artículo.

El Código Orgánico Integral Penal de Ecuador (3) en el artículo 152 menciona detalles importantes sobre las consecuencias de las lesiones y su nivel de gravedad, así se consideran las lesiones con daño, enfermedad o incapacidad de 4 a 8 días, las cuales son menos graves ante la ley y se sanciona con pena privativa de libertad de 30 a 60 días, si existiesen lesiones con daño, enfermedad o incapacidad de 9 a 30 días, se sanciona con pena privativa de libertad de 2 meses a un año, en el caso de daño, incapacidad o enfermedad de 31 a 90 días se sancionara con pena privativa de libertad de 1 a 3 años, en caso de provocarle a la víctima una grave enfermedad o disminución de sus facultades físicas o mentales o una incapacidad o enfermedad, que no es permanente, pero supera los 90 días, se sancionara con pena privativa de libertad de 3 a 5 años, no obstante las lesiones más graves con enajenación mental, pérdida de un sentido o facultad de habla, inutilidad para el trabajo, incapacidad permanente, pérdida o inutilización de algún órgano o alguna grave enfermedad transmisible e incurable, trae consecuencias legales más graves. Se menciona en el Artículo 140, art. 141 y art 143, asesinato, el femicidio, el sicariato respectivamente, que se sancionan con pena privativa de libertad de 22 a 26 años, en el artículo 144 el homicidio que se sanciona con pena privativa de libertad de 10 a 13 años (3).

En esta revisión bibliográfica se mencionarán las características de las lesiones abdominales penetrantes provocadas por armas de fuego o arma punzante, así como su clasificación, períodos de tiempo, efectos de tóxicos, órganos comúnmente afectados, tasa de mortalidad e identificación antemortem y postmortem.

2. Metodología

Mediante la búsqueda sistemática en bases de datos y revistas científicas incluyendo PUBMED, PMC, ELSEVIER, The Cochrane Library Plus, NCBI, The Lancet Global

Health y UpToDate, cuyo fin fue desarrollar un estudio transversal basado en una revisión bibliográfica actualizada y estructurada.

Criterios de inclusión, se seleccionaron un total de 20 artículos científicos de las revistas previamente mencionadas, publicados entre 2020 y 2025, en español, inglés, ucraniano. Estos estudios abordan información relevante sobre las lesiones abdominales penetrantes provocadas por arma de fuego y arma punzante.

Criterios de exclusión, se excluyeron los artículos con muestras muy limitadas, aquellos con posibles conflictos de interés, información imprecisa, además los artículos publicados fuera del rango de años establecido, así como cartas y opiniones de expertos.

3. Discusión

Según datos proporcionados por la OMS y el Banco Mundial, en el año 2019 existió una tasa de mortalidad por homicidio de 6.2 por cada 100.000 habitantes a nivel mundial, sin embargo, estas cifras no han sido actualizadas hasta la presente fecha (4). Llama la atención que a nivel de América Latina y el Caribe, aproximadamente 121.695 personas fueron víctimas de asesinato; en el año 2023 y 2024 existió una tasa media de homicidios relativa entre 20.2 por cada 100.000 personas. En Ecuador se registró 6.986 homicidios en el año 2024, con una tasa de 38.8 por cada 100.000 habitantes, el número de estos ha disminuido con relación al 2023, no obstante, es el segundo año con más violencia en la historia del país. En enero y febrero, posterior a la declaratoria del gobierno de Estado de Conflicto Interno, la cifra de homicidios bajó, sin embargo, en el mes de marzo aumentó, esto estaría relacionado con la intervención de fuerzas militares. Las principales dinámicas criminales en el estado ecuatoriano son el narcotráfico y la actividad de pandillas (5) (6).

A pesar de que los homicidios representan la mayor parte de estas muertes representando el 71%, también se debe tomar en cuenta las descargas no intencionales y autolesiones o suicidios. Los países con mayor violencia civil son Brasil, Colombia, India, México, Estados Unidos y Venezuela; se debe caracterizar que este conflicto a menudo concuerda con problemas sociales como pobreza, grupos delincuenciales organizados, democratización (7). En el 2021 a nivel mundial el 9.7% de suicidios en el sexo masculino y el 2.9% en el sexo femenino se produjeron con armas de fuego, posicionándose Estados Unidos como la cifra más alta a nivel mundial registrando casi 27000 casos. La segunda región más importante por proporción de suicidios por armas de fuego fue el Sur de América Latina en donde existió el 17% de suicidios masculinos y 7.2% de femeninos (8).

Según el Boletín semestral de homicidios intencionales en el Ecuador, en el primer semestre del 2024 existió un total de 2595 homicidios perpetrados con armas de fuego y

261 con armas blancas, prevaleciendo como principal causa de asesinatos en Ecuador los homicidios con armas de fuego (9). Tomando en cuenta datos del 2015, en total existieron 927 homicidios de las cuales 484 fueron cometidos con arma de fuego, en el año 2016, de un total de 827 sucesos, 384 fueron con arma de fuego, 293 con arma blanca o punzante y 150 con otras armas (10).

3.1. Armas de fuego

Se considera como armas de fuego a cualquier arma portátil como misiles, escopetas, fusiles, pistolas, subametralladoras y ametralladoras las cuales disparan proyectiles. Todas las heridas provocadas por estos instrumentos presentan 3 características, se describe el orificio de entrada, trayectoria y orificio de salida.

El **orificio de entrada** se caracteriza por presentarse de forma oval o circular, de menor diámetro del proyectil, esto se debe a la elasticidad de la piel, el orificio propiamente dicho y el Halo de Fish que se conforma por el anillo de contusión y el anillo de enjugamiento como se observa en la **figura 1**. Es fundamental recalcar que el anillo de contusión es aquel que provoca el trauma, es una zona rojiza de piel sin epidermis que se encuentra afuera del anillo de enjugamiento, mientras que el anillo de enjugamiento es aquel que circunda el orificio, presenta un borde negruzco por el polvo y lubricante que el proyectil arrastra por el cañón. Existen otras características secundarias las cuales se dan por la distancia entre la boca de fuego y el blanco, entre ellas se describen:

- Disparo de contacto: La boca del arma está pegado a la piel y se hallan las siguientes características:
 - o En ropa:
 - Signo del calcado de Bonnet: Disparo sobre ropa de trama laxa.
 - Deshilachamiento crucial de Nerio Rojas: Se evidencia desgarró en forma de cruz y bordes ennegrecidos
 - Signo de la escarapela de Simonin: Se observan dos anillos concéntricos de humo
 - o En piel:
 - Signo de Puppe Werkgartner: Se evidencia el contorno de la boca de fuego sobre la piel.
 - Signo de Mina de Hofman: Se caracteriza por presentar orificio de entrada, bordes desgarrados, irregulares y ennegrecidos.

- En hueso:
 - Signo de Benassi: Solo se observa a nivel de cráneo, se presenta como un halo negruzco que no se borra.
 - Signo del cono truncado de Bonnet: Se observa el orificio de entrada y salida en el cráneo.
 - Fracturas craneales: Se observan en forma de mapa.
- Corta distancia: Disparo en una distancia menor de 1 centímetro a 1 metro de distancia. Presenta las siguientes características:
 - Orificio de entrada
 - Halo de Fish
 - Tatuaje (Signo constante)
 - Lesiones puntiformes de color rojizo
 - Se observa alrededor del orificio de entrada
 - Ahumamiento o falso tatuaje (No constante, se pierde al lavar)
 - Zona negruzca
 - Provocado por el depósito de humo
 - Quemadura (No constante, se pierde al lavar)
 - Piel parduzca
 - Vello quemados
 - Producida por los gases calientes
- Larga distancia: Disparo de una distancia mayor de 80 cm o 1 metro. Presenta las siguientes características:
 - Solo se observa orificio propiamente dicho
 - Anillo de contusión y anillo de enjugamiento
- Orificio por rebote: Se observa un ángulo de impacto, el proyectil choca y no penetra. Sus características son:
 - Superficie dura
 - Orificio más grande e irregular
 - Bordes rasgados
 - El anillo de contusión es grande e irregular.



Figura 1. Halo de Fish

La **trayectoria** es el recorrido del proyectil en el cuerpo del blanco, va desde el orificio de entrada hasta el orificio de salida o la zona corporal en donde se encuentre la bala. Es fundamental la toma de medidas exactas tomando en cuenta los planos anatómicos.

El **orificio de salida** se caracteriza por ser de mayor tamaño, presenta una forma irregular como se observa en la **figura 2**, bordes evertidos, no se evidencia anillo de contusión y enjugamiento, no existe tatuaje y ahumamiento (11).



Figura 2. Orificio de salida

3.1.1. Mecanismos de lesión de heridas abdominales por arma de fuego

Las lesiones producidas por armas de fuego son las que con mayor frecuencia requieren de intervención quirúrgica. Como se mencionó con anterioridad es importante tener en cuenta la distancia y la velocidad del proyectil para con ese fin determinar el alcance de la lesión. Las armas de media y alta velocidad como las AK47 causan lesiones grandes al entrar y salir el proyectil, este viaja con gran fuerza que crea una onda de energía que puede dañar las estructuras intraperitoneales, incluso si el trayecto es exclusivamente extraperitoneal (12).

- Las armas con proyectiles de velocidad media viajan de 335-610 metros por segundo.
- Las armas con proyectiles de velocidad alta viajan a más de 610 metros por segundo.

- Los perdigones, usados en las escopetas, viajan a velocidades que oscilan entre 360-450 metros por segundo (13). Las diferencias entre perdigones y balas se muestran en la **tabla 1**.

Tabla 1. Diferencias entre perdigones y balas

Característica	Perdigones	Balas
Cantidad por disparo	Muchos	Uno
Arma usada	Escopetas	Pistolas, revólveres, rifles
Dispersión	Amplia	Precisa
Penetración	Media-baja	Alta

Las heridas de escopeta se clasifican en función de la distancia:

- Heridas tipo I: (Mayor a 6,4 metros de distancia) Suelen limitarse al tejido subcutáneo y a las capas fasciales profundas.
- Heridas tipo II: (Entre 2,7 a 6,4 metros de distancia) Los proyectiles ingresan a la cavidad abdominal debido a una dispersión más ajustada de los perdigones y mayor velocidad.
- Heridas tipo III: (Menor a 2,7 metros de distancia) Provocan la pérdida y destrucción masiva de tejido (12).

3.2. Armas blancas

Es fundamental caracterizar y definir los tipos de heridas que pueden estar provocadas por armas blancas, no obstante, nos enfocaremos en las armas punzantes. Se realizará una breve revisión de estas para mayor claridad y objetividad en este trabajo.

- **Herida cortante:** Se caracteriza por presentar bordes nítidos, lineales, presentan dos extremos, uno denominado cola de entrada (corta y profunda) y otro denominado cola de salida (larga y superficial). Ver **figura 3**.
 - o **Mecanismo de producción:** Deslizamiento del borde afilado de un instrumento con poco peso.
 - o **Características de objetos:** Borde afilado y poco peso. Los artefactos que pueden estar inmiscuidos son hojas de afeitarse, pedazos de vidrio, estiletes, etc.



Figura 3. *Herida cortante*

- **Herida contuso-cortante:** Se caracteriza por presentar bordes lineales y equimóticos los cuales se continúan por paredes que se unen en el fondo. Ver **figura 4**.
 - **Mecanismo de producción:** Se da por fuerza y deslizamiento del arma.
 - **Características de objetos:** Los objetos poseen peso y filo, entre las armas que causan estas lesiones se encuentran los machetes, hachas, azadones, etc.



Figura 4. *Herida contuso-cortante*

- **Herida cortopunzante:** Se caracteriza por presentar bordes lineales y curvos, con un extremo agudo y un extremo obtuso. Ver **figura 5**.
 - **Mecanismo de producción:** Está provocado por la fuerza y el deslizamiento del arma.
 - **Características de objetos:** Los objetos poseen punta y filo, son ejemplos de ellos, cuchillo, tijeras, navajas, etc.



Figura 5. Herida cortopunzante

- **Herida punzante:** Poseen un orificio de entrada, trayectoria y orificio de salida. Ver **figura 6**.
 - **Mecanismo de producción:** Fuerza de un instrumento con punta.
 - **Características de objetos:** Se da principalmente por la fuerza. Algunos ejemplos de estas armas son: desarmadores, cuernos de ganado, agujas de tejer, etc. (14).



Figura 6. Herida punzante

3.2.1. Mecanismo de lesión de armas punzantes

Cualquier instrumento estrecho, afilado, parecidos a cuchillos puede infligir heridas de arma blanca, no obstante, los artículos que pueden infligir heridas de puñalada van desde tijeras hasta cuernos de animales como ya se ha mencionado. Estos instrumentos pueden lesionar cualquier tejido incluyéndose la piel, fascia, órganos sólidos, vísceras huecas, vasos sanguíneos, nervios, músculos e incluso los huesos.

Según un estudio, la mayor parte de heridas con evisceración por arma blanca, en la región abdominal, se dieron con mayor frecuencia en el cuadrante superior izquierdo, seguido por el cuadrante inferior izquierdo, el superior derecho y el inferior derecho, respectivamente. Las heridas a nivel de región posterior y de flanco presentan un mayor

riesgo de lesión de estructuras retroperitoneales como el colon, los riñones, la aorta y la vena cava inferior. Se debe tener en cuenta, además, que las lesiones anteriores e inferiores a nivel del cuarto espacio intercostal y en séptimo espacio intercostal, involucran posibles lesiones diafragmáticas, intraabdominales y torácicas (15) (16).

En un estudio realizado en Turquía, con una muestra de 28.619 casos, desde el 2016 hasta el 2020, se arrojan resultados de pacientes con lesiones penetrantes abdominales en donde el 81% requería intervención quirúrgica, el órgano más frecuentemente lesionado fue el intestino delgado, afectándose en el 23.7% de pacientes (17).

Se reportaron lesiones abdominales por objetos cortopunzantes en el siguiente orden: 28% en el intestino delgado, 14.6% en el bazo, 12.1% en el hígado, 10.9% en el colon y 7.3% en el estómago (18).

Las armas de fuego y las armas punzantes tienen varias similitudes desde su mecanismo de acción en donde finalmente ambas provocan heridas penetrantes afectando órganos vitales o hemorragias graves sea externa o interna. En el ámbito forense es fundamental conocer el trayecto con el fin de evaluar la discapacidad o causa de muerte, por lo que requiere un análisis forense especializado. Las diferencias entre los artefactos se observan en la **tabla 2**.

Tabla 2. Diferencias de heridas por arma de fuego vs. arma punzante

Criterio	Heridas por arma de fuego	Heridas por arma punzante
Forma de la herida	Circular u ovalada con halo de contusión y enjugamiento	Circular con contusión alrededor y trayecto
Mecanismo de lesión	Penetración, desgarre y cavitación por proyectil a alta velocidad	Un objeto con punta perfora por presión directa
Velocidad del agente	Alta (hasta 900 m/s)	Fuerza manual o mecánica, dependiente de la fuerza del agresor
Forma del orificio de entrada	Circular, ovalada o estrellada dependiendo del ángulo, calibre y distancia	Orificio circular.
Número de orificios comunes	Uno o dos (entrada y salida), en casos de disparos repetidos, son múltiples	Generalmente uno por cada ataque, puede haber múltiples provocados por repetición.
Residuos visibles	Polvo, tatuaje, anillo de contusión, ahumamiento	Ausencia de residuos externos típicos

Tabla 2. Diferencias de heridas por arma de fuego vs. arma punzante (continuación)

Criterio	Heridas por arma de fuego	Heridas por arma punzante
Trayectoria	Puede haber desvío del proyectil por estructuras óseas	Generalmente sigue línea recta o curva, según anatomía y fuerza aplicada
Capacidad de destrucción	Alta: Provoca desgarro, cavitación, fracturas y shock	Limitada, no obstante, es peligrosa si afecta órganos vitales o grandes vasos
Tipo de lesión predominante	Laceración y cavitación (tejido destruido por energía cinética)	Herida punzante profunda (incisión o perforación localizada)
Complicaciones más frecuentes	Hemorragia interna, shock hipovolémico, sepsis, embolismo, lesiones medulares o cerebrales.	Hemotórax, hemoperitoneo, taponamiento cardíaco, infecciones, neumotórax, entre otras.
Identificación del arma	Por calibre, trayecto, residuos y características balísticas	Por forma de la herida, profundidad, dimensiones del instrumento.

Los dos tipos de heridas pueden ser mortales posteriormente a las complicaciones y dependiendo de la zona afectada, así es que las heridas punzantes en tórax o abdomen tienen una tasa alta de complicación si no son tratadas rápidamente, las heridas por arma de fuego suelen tener un efecto expansivo más severo por lo tanto es fundamental una evaluación médico-legal adecuada con reconstrucción de hechos y estudio pericial del arma.

Se considera importante además establecer la diferencia de los hallazgos a la evaluación médica forense antemortem y postmortem por lo que se propone la **tabla 3**.

Tabla 3. Diferencias de hallazgos en lesiones antemortem y postmortem

Característica	Heridas abdominales antemortem	Heridas abdominales postmortem
Sangrado y coagulación	Sangrado en gran cantidad por la presencia de presión sanguínea y actividad cardíaca. Coágulos presentes en los bordes de la herida por activación del sistema de coagulación.	No existe sangrado por la ausencia de presión sanguínea. Ausencia de coágulos ya que posterior a la muerte el sistema de coagulación cesa.

Tabla 3. Diferencias de hallazgos en lesiones antemortem y postmortem (continuación)

Característica	Heridas abdominales antemortem	Heridas abdominales postmortem
Inflamación y respuesta tisular	Signos de inflamación: rubor, calor, edema en los bordes de la herida por respuesta inmunitaria activa.	Ausencia de signos de inflamación, el sistema inmunológico cesa.
Retracción de tejidos	Retracción notable de los bordes de la herida a causa de la elasticidad y tonicidad muscular en vida.	Bordes más laxos, no existe retracción ya que se pierde el tono muscular después de la muerte.
Equimosis	Equimosis presente alrededor de la herida por extravasación de sangre en tejidos vivos.	Equimosis ausente, no existe circulación activa que permita la extravasación de sangre.
Infiltración hemorrágica	Infiltración evidente de sangre en tejidos circundantes.	Infiltración ausente en tejidos adyacentes por ausencia de presión sanguínea postmortem. (17) (19).

3.3. Actualizaciones en técnicas

La demostración de vitalidad de las heridas es un punto que puede llegar a ser desafiante para algunos peritos, por lo que en los últimos años varios investigadores se han dedicado a aplicar la tinción histológica e inmunohistoquímica con el fin de detectar inflamación, infiltración de glóbulos rojos y alteraciones tisulares que como se menciona en la **tabla 2**, se encuentran presentes en heridas antemortem. Se ha demostrado una diferencia de miRNAs (microARNs); las cuales se definen como pequeñas moléculas de ARN no codificante y que juegan un papel crucial en la regulación de la expresión genética; en heridas antemortem y postmortem. La presencia de este determina la cronología de las lesiones (20).

En un estudio se propone una técnica de aclarado óptico de tejidos para la autopsia forense, esta consiste en la limpieza con el cinamato de etilo, que es un disolvente orgánico no toxico, que provoca que los órganos extirpados se vean transparentes y los vasos sanguíneos y hemorragias permanecen opacos. Con la utilización de esta técnica se pudieron identificar pequeñas hemorragias a nivel de la médula espinal, únicamente mediante el examen macroscópico, estas técnicas pueden complementar los procedimientos rutinarios de autopsia forense cuando se requiere una evaluación detallada de lesiones pequeñas (21).

El modelado 3D de lesiones corporales provocadas por armas de fuego de pequeño calibre u otras armas con similitudes se ha convertido en otros países una de las técnicas utilizadas por peritos, médicos forenses y criminólogos. El objetivo de esta técnica se basa en establecer la diferencia entre los signos morfológicos al disparar las diversas armas en sospecha, en donde se encontrarán correlaciones directas, moderadas y fuertes entre la velocidad inicial, energía cinética de la bala, la longitud de la herida, el diámetro de la herida de entrada, el diámetro del orificio de salida. Es posible estudiar los elementos individuales de los daños por disparos y medir sus tamaños con una precisión significativamente mayor, almacenarlos y volver a analizarlos si es necesario (22).

Actualmente el examen postmortem de los cadáveres se documenta mediante informes escritos respaldados por fotografías 2D, como Gold estándar. La documentación fotográfica también desempeña un papel crucial en el estudio forense, el problema de las fotografías 2D es que simplemente no se puede observar el panorama general. La propuesta que brinda la fotogrametría forense es que se puede evidenciar la estructura 3D y la textura de la superficie del cuerpo humano, analizando y representando relaciones complejas entre las lesiones de la víctima y otras pruebas relevantes (23).

4. Conclusiones

- Los errores y omisiones en informes forenses son frecuentes en el servicio de urgencia, es fundamental tener conocimiento sobre la localización y descripción precisas de las heridas, así como la identificación de orificios de entrada y salida en casos de disparos, además con los conocimientos adquiridos se pueden extraer conclusiones sobre el arma utilizada en el delito al realizar el análisis de la lesión en la piel. Por otro lado, es fundamental en los informes forenses determinar si la lesión en el cuerpo de una persona tiene una trayectoria subcutánea, afecta a los tejidos blandos profundos, cruza el peritoneo o causa lesiones en órganos internos. Estos factores son determinantes de la severidad de la lesión e incapacidad que requiere con el fin de analizar la pena del acusado. Es importante recalcar que este trabajo es multidisciplinario ya que se debe tomar en cuenta la intervención quirúrgica, protocolo quirúrgico y detallar el análisis de las lesiones antes de la primera intervención para guiar las prácticas de medicina forense. Cabe recalcar que el examen de toxicología también es fundamental ya que estos casos son de naturaleza forense y que el consumo de alcohol y drogas es frecuente.
- Existen diferencias marcadas entre el mecanismo de acción, efectos sobre el organismo y los elementos forenses asociados, esto permite a los peritos y médicos legales establecer criterios fundamentales para la reconstrucción de hechos violentos. Las armas de fuego, por un lado, por su alta velocidad de proyección y capacidad de destrucción tisular, generan lesiones más extensas, cavitaciones y posibilidad de múltiples trayectorias internas, así como presencia

de elementos residuales como pólvora o tatuaje, lo que facilita su identificación balística. Por otro lado, las heridas punzantes, aunque son más localizadas, pueden ser igual de letales si comprometen zonas anatómicas críticas como el tórax o el abdomen, especialmente si se produce hemotórax, neumotórax o taponamiento cardíaco, etc. En ambos casos, la correcta documentación, observación, análisis de los signos externos e internos, así como la correlación con la escena y el arma empleada, son esenciales para aportar objetividad a los informes periciales y determinar la causa y modo de muerte o lesión.

- Las lesiones abdominales se reportan con frecuencia en medicina forense, es importante comprender los casos de trauma e identificar factores de riesgo con el fin de contribuir a la investigación forense e identificar casos de violencia y abuso, por lo que es fundamental crear políticas que integren a los servicios de urgencia y todo el personal médico en las instituciones conozca los procedimientos correctos para el aporte con la justicia de cada país.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

6. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

7. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

8. Referencias Bibliográficas

1. Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. El Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses cumple 1 año de institucionalización. Ciencias Forenses [Internet]. 2018 [citado 31 marzo 2025]. Disponible en: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/el-servicio-nacional-de-medicina-legal-y-ciencias-forenses-cumple-1-ano-de-institucionalizacion/>
2. Zárate Barreiros M. Forenses Ecuador. Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses [Internet]. 2024 [citado 31 marzo 2025]. Disponible en: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2024/07/Revista-3.1.pdf>
3. Asamblea Nacional del Ecuador. Código Orgánico Integral Penal (COIP). Ley 0, Registro Oficial Suplemento 180, última modificación 17 de febrero de 2021, estado reformado [Internet]. 2014 [citado 31 marzo 2025]. Disponible en:

- https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/COIP_act_feb-2021.pdf
4. Organización Mundial de la Salud. Tasa de mortalidad por homicidio (por 100000 habitantes) [Internet]. 2024 [citado 01 abril 2025]. Disponible en: <https://data.who.int/es/indicators/i/60A0E76/361734E>
 5. Manjarrés J, Newton C, Cavalari M. Balance de insight crime de los homicidios en 2024. Insight Crime [Internet]. 2025 [cited 2025 April 01]. Available from: <https://insightcrime.org/es/noticias/balance-insight-crime-homicidios-2024/#h-ecuador-12-8>
 6. González MA. Ecuador cerró 2024 con la segunda peor tasa de muertes violentas de su historia, pese a una importante reducción. Primicias [Internet]. 2025 [citado 01 abril 2025]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/seguridad/ecuador-2024-tasa-muertes-violentas-segunda-peor-historia-87118/>
 7. Hyder AA, Barberia L. Addressing global gun violence: a lancet commission on global gun violence and health. The Lancet [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]; 404(10465): 1794-1795. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(24\)01697-0/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(24)01697-0/abstract)
 8. Weaver ND, Bertolacci GJ, Rosenblad E, Ghoba S, Cunningham M, Ikuta KS, et al. Global, regional, and national burden of suicide, 1990–2021: a systematic analysis for the global burden of disease study 2021. The Lancet Public Health [Internet]. 2025 [cited 2025 April 01]; 10(3): e189-e202. Available from: [https://doi.org/10.1016/s2468-2667\(25\)00006-4](https://doi.org/10.1016/s2468-2667(25)00006-4)
 9. Rivera R, Lovato K. Boletín semestral de homicidios intencionales en el Ecuador. Observatorio Ecuatoriano de Crimen Organizado (OECO) [Internet]. 2024 [citado 01 abril 2025]. Disponible en: https://oeco.pdf.org/wp-content/uploads/2024/09/Boletin-semestral-de-homicidios-Primer-semestre-de-2024_compressed.pdf
 10. Ministerio de Gobierno del Ecuador. Ecuador evidencia un decremento de 10.79% en muerte violentas con relación al 2015. Ministerio de Gobierno [Internet]. 2016 [citado 01 abril 2025]. Disponible en: <https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/ecuador-evidencia-un-decremento-de-10-79-en-muertes-violentas-con-relacion-al-2015/>

11. Savka I, Zmiyevska Y. Forensic-medical analysis of gunshot injuries according to expert cases. *Forensic-Medical Examination* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]; 2. Available from: <https://doi.org/10.24061/2707-8728.2.2024.9>
12. Colwell C, Moore EE. Abdominal gunshot wounds in adults: initial evaluation and management. *UpToDate* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/abdominal-gunshot-wounds-in-adults-initial-evaluation-and-management>
13. Teke HY, Imat A, Gokce H. Evaluation of cases applying to forensic medicine polyclinic due to firearm injuries: ordu example. *Novel Forensic Research* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]; 3(1): 10-13. Available from: <https://nofor.org/2024/07/31/evaluation-of-cases-applying-to-forensic-medicine-polyclinic-due-to-firearm-injuries-ordu-example/?t=1743746644>
14. Wahyuni ES, Kustiawan AW, Pratiwi NA, Firdaus, Arfianti I. Image processing-based application for determining wound types in forensic medical cases. *Journal Nasional Teknik Elektro* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]; 13(1):12-19. Available from: <https://jnte.ft.unand.ac.id/index.php/jnte/article/view/1148>
15. Colwell C, Moore EE. Initial evaluation and management of abdominal stab wounds in adults. *UpToDate* [Internet]. 2023 [cited 2025 April 01]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/initial-evaluation-and-management-of-abdominal-stab-wounds-in-adults>
16. Akgul ND, Erbil O, Celik Y. Penetrating abdominal stab and gunshot injuries: 10-year experience of a secondary public hospital located in a suburban area with solo surgeons. *Northern Clinics of Istanbul* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]; 11(3): 184-190. Available from: <https://northclinist.com/jvi.aspx?un=NCI-32858&volume=11&issue=3>
17. Eryiğit İbiş C, Aliustaoğlu FS. Forensic medical evaluation of penetrating abdominal injuries. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]; 30(8):537–45. Available from: <https://app.bibguru.com/p/6fd35738-1c6e-4ae3-b6d7-c1d7568bad06>
18. Badak B, Salis M, Yasar N, Oztop M. Can we predict the damage area in case of penetration of the abdominal blade wounds? *Izmir Democracy University Health Sciences Journal* [Internet]. 2020 [cited 2025 April 01]; 3(1): 73-79. Available from: <https://avesis.ogu.edu.tr/yayin/e301b94d-b7a5-47af-9385-825508a1eabc/batina-nafiz-delici-kesici-alet-yaralanmalarinda-hasar-bolgesini-ongorebilir-miyiz>

19. Galoria D, Shukla S, Dave S, Tiwaei P, Rastogi P, Rana P, et al. Enhancing trauma evaluation: comparative analysis of post-mortem computed tomography and autopsy findings in abdominal stab wounds. *Medico-Legal Journal* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 01]; 0(0). Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00258172241245556>
20. Manetti AC, Maiese A, Baronti A, Mezzetti E, Frati P, Fineschi V, et al. MiRNAs as new tools in lesion vitality evaluation: a systematic review and their forensic applications. *Biomedicines* [Internet]. 2021 [cited 2025 April 01]; 9(11): 1731. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8615694/>
21. Takahashi Y, Hayakawa A, Sano R, Fukuda H, Kubo R, Tokue H, et al. Usefulness of a tissue optical clearing technique for forensic autopsy. *Journal of Forensic Sciences* [Internet]. 2022 [cited 2025 April 01]; 67(3): 1124-1131. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35088897/>
22. Zmiyevska Y, Savka I, Baluk I, Hryniuk V, Bizer A. The applicable value of 3D modeling in the aspect of forensic medical differential diagnostics of the type of traumatic tool in injuries from firearms and approximate to it by its characteristics. *Forensic-Medical Examination* [Internet]. 2023 [cited 2025 April 01]; 1. Available from: <http://forensic.bsmu.edu.ua/article/view/285209>
23. Ujvari Z, Metzger M, Gardonyi G. A consistent methodology for forensic photogrammetry scanning of human remains using a single handheld DSLR camera. *Forensic Sciences Research* [Internet]. 2023 [cited 2025 April 01]; 8(4): 295-307. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38405626/>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Open policy finder
Formerly Sherpa services

Evaluación clínica e imagenológica de la fibrina rica en plaquetas en la regeneración ósea posexodoncia. Revisión sistemática

Clinical and imaging evaluation of platelet-rich fibrin in post-exodontic bone regeneration. A systematic review

- ¹ Gabriela Verónica Rosales Salcedo  <https://orcid.org/0009-0002-9561-2706>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Azuay, Ecuador.
Posgrado en Endodoncia
gabriela.rosales.00@est.ucacue.edu.ec
- ² Rocío Magdalena Molina Barahona  <https://orcid.org/0000-0002-3793-4670>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Azuay, Ecuador.
Doctorado en Ciencias Estomatológicas
rocio.molina@ucacue.edu.ec
- ³ Christian Silva Erráez  <https://orcid.org/0009-0001-0062-6690>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Azuay, Ecuador.
christian.silva@est.ucacue.edu.ec
- ⁴ Denia Morales Navarro  <https://orcid.org/0000-0001-6066-7235>
Investigador Independiente, Universidad de Ciencias Médicas de la Habana, Cuba.
deniamorales@infomed.sld.cu



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 18/03/2025

Revisado: 16/04/2025

Aceptado: 22/05/2025

Publicado: 23/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3423>

Cítese: Rosales Salcedo, G. V., Molina Barahona, R. M., Silva Erráez, C., & Morales Navarro, D. (2025). Evaluación clínica e imagenológica de la fibrina rica en plaquetas en la regeneración ósea posexodoncia. Revisión sistemática. *Anatomía Digital*, 8(2.2), 27-55. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3423>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

fibrina rica en plaquetas;
regeneración ósea;
extracción dental;
curación fisiológica;
evaluación de imágenes

Keywords:

Platelet-Rich fibrin;
bone regeneration;
tooth extraction;
physiological

Resumen

Introducción. La extracción dental por enfermedad pulpar, periapical y periodontal es uno de los procedimientos más comunes en odontología, siendo impredecible la cicatrización y pérdida de volumen que provoca atrofia de la cresta ósea alveolar a largo plazo. Utilizando una evaluación clínica y de imagen de publicaciones de investigación de Ensayos Clínicos Controlados Aleatorios (ECA) recientes, el **Objetivo** es analizar la aplicación de la fibrina rica en plaquetas en la regeneración ósea de los alvéolos dentales posexodoncia. **Metodología** de acuerdo con el protocolo (PRISMA 2020), este estudio es un documental cualitativo, transversal y descriptivo. En este estudio sistemático se emplearon bases de datos electrónicas como PubMed, Scielo, Google académico, Embase y Redalyc. EL riesgo de sesgo se realizó según el Manual de Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones 6.2 (RevMan 6.2), con criterios de inclusión y exclusión, incluyendo 25 ensayos clínicos aleatorizados publicados hasta el 2022, que hayan investigado el uso de PRF en la regeneración ósea y de tejidos blandos en sitios de exodoncia. **Resultados** la presente revisión sistemática de acuerdo con los hallazgos heterogéneos de la investigación clínica, **Conclusiones** el PRF es útil para preservar el reborde alveolar posexodoncia, la estabilidad dimensional vertical e impulsar la proliferación de células lo cual previene la disminución de la cresta ósea alveolar vestibular, lingual o palatina, cabe mencionar que otros no han encontrado diferencias significativas debido a variaciones en diseño o metodología por lo que se requiere investigaciones adicionales estandarizadas prolongadas. **Área de estudio general:** odontología **Área de estudio específica:** cirugía oral **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica sistemática.

Abstract

Introduction. Tooth extraction due to pulpal, periapical, and periodontal disease is one of the most common procedures in dentistry, with unpredictable scarring and volume loss leading to long-term atrophy of the alveolar bone crest. Using clinical and imaging evaluation of recent Randomized Controlled Clinical Trial (RCT) research publications, the **Objective** was

healing, imaging evaluation.

to analyze the application of platelet-rich fibrin in the bone regeneration of post-extraction dental alveoli. **Methodology**, according to the protocol (PRISMA 2020), this study is a qualitative, cross-sectional, and descriptive documentary. Electronic databases such as PubMed, Scielo, Google Scholar, Embase, and Redalyc were used in this systematic review. The risk of bias was assessed according to the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions 6.2 (RevMan 6.2), with inclusion and exclusion criteria, including 25 randomized clinical trials published until 2022, which have investigated the use of PRF in bone and soft tissue regeneration in extraction sites. **Results** of this systematic review in accordance with the heterogeneous findings of clinical research, **Conclusions** PRF is useful to preserve the post-extraction alveolar ridge, vertical dimensional stability and promote cell proliferation which prevents the decrease of the buccal, lingual or palatal alveolar bone crest, it is worth mentioning that others have not found significant differences due to variations in design or methodology, so additional prolonged standardized research is required. **General Area of Study:** Dentistry **Specific area of study:** oral surgery **Type of study:** Systematic bibliographic review.

1. Introducción

Actualmente la preservación de la cresta alveolar después de procedimientos como la exodoncia dental es uno de los problemas más comunes en la odontología actual. Esto conduce a problemas para la rehabilitación oral, cuya finalidad es restaurar la estructura y la funcionalidad del sistema estomatognático. El último recurso para la caries dental avanzada, traumatismo dentoalveolar, ortodoncia y trastornos periodontales es la exodoncia de una estructura dental (1) (2)

El Dr. Joseph Choukroun creó la Fibrina Rica en Plaquetas (PRF) en Francia en 2006. Este concentrado de plaquetas se elabora centrifugando la sangre que se ha extraído del propio paciente, ofreciendo mayores concentraciones de leucocitos, citoquinas y factores de crecimiento, tales como: Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas (PDGF), Factor de Crecimiento Endotelial Vascular (VEGF), factor de crecimiento transformante beta1 (TGF- β 1), factor de crecimiento transformante alfa (TGF- α), Factor de Crecimiento

Epitelial (EGF). Presenta ciertas ventajas por encima del Plasma Rico en Plaquetas (PRP) como: una cicatrización óptima de las heridas, angiogénesis más rápida, es una fuente autógena de factores de crecimiento derivados de la sangre autóloga sin uso de anticoagulantes, ni trombina bovina, de un solo paso y con biocompatibilidad inmunológica completa, la propagación de células es superior que en el PRP, relativamente en el transcurso de siete días hay un aumento de factores de crecimiento liberados hacia el sitio de exodoncia. Es así como el PRF forma una matriz tridimensional de fibrina que sirve de andamio para la regeneración tisular, actuando como una membrana en procedimientos de regeneración ósea y tisular guiada (2) (3) (4).

A lo largo de los tres primeros meses posexodoncia, los alvéolos se someten a un proceso fisiológico de regeneración ósea tras la extracción. Este proceso incluye la maduración y migración de las células óseas que impulsan la remodelación y reabsorción de la cresta alveolar restante (5) (6) (7).

Debido a que los concentrados de plaquetas producen factores de crecimiento, se han empleado en odontología durante los últimos 30 años para promover la generación de hueso nuevo y la cicatrización epitelial, previniendo de esta manera la recesión gingival e impulsando el remodelado de las encías, dentro de un equilibrio de la microbiota oral y la saliva, el PRF contribuye a la reducción de inflamación, sangrado y dolor posoperatorio, esto debido a la liberación de factores de crecimiento (8) (9).

La arquitectura de la cresta alveolar se ha conservado y mantenido en el transcurso de las últimas décadas utilizando una variedad de técnicas, que incluyen membranas de colágeno, sustitutos óseos y concentrados de plaquetas autólogos de PRF y PRP, catalogados como mejores aliados para prevenir la infección cruzada, siendo esencial para la reparación de los tejidos blandos y la regeneración ósea (10).

1.1. De plasma rico en plaquetas a fibrina rica en plaquetas

Aunque el Plasma Rico en Plaquetas (PRP) se descubrió en la década de 1970, no fue hasta 1980 que obtuvo un amplio reconocimiento. El PRP se creó mezclando trombina, cloruro de calcio y sangre recolectada, que atrapó las plaquetas en una red de fibrina. Las plaquetas se pueden preparar utilizando una variedad de métodos. Por lo general se utiliza un procedimiento de centrifugación de doble velocidad para aislarlos, donde se extraen glóbulos rojos de la capa de plasma y leucocitos en el primer ciclo de centrifugado. A continuación, el tapón plaquetario se separa del plasma pobre en plaquetas en un segundo ciclo de centrifugado, produciendo Plasma Rico en Plaquetas (PRP), que contiene hasta seis a ocho veces la concentración de factores de crecimiento (11) (12) (13).

Dado que la PRF se produce mediante un proceso simplificado que consiste en centrifugar sangre autóloga periférica sin agentes biológicos, es decir, sin anticoagulantes, se ha

categorizado como adecuada para procesos de regeneración ósea maxilofacial en los últimos años. La PRF está formada por una red de moléculas de fibrina con una estructura de cuatro y contiene plaquetas, citocinas, leucocitos y células madre circulantes (14) (15).

Los concentrados de plaquetas se clasifican según el contenido de leucocitos y fibrina (16):

- Fibrina Rica en Plaquetas (PRF).
- Fibrina Rica en Plaquetas y Leucocitos (L-PRF).
- Plasma Rico en Plaquetas y Leucocitos (L-PRP).
- Plasma Rico en Plaquetas (PRP).

Ante la necesidad de mantener la cresta ósea alveolar luego de procedimientos de exodoncia para la posterior rehabilitación, se realizó esta revisión sistemática con el objetivo de analizar la aplicación de la fibrina rica en plaquetas en la regeneración ósea posexodoncia.

2. Metodología

Este estudio, que ha sido registrado en PROSPERO de la *National Institute for Health Research* de la Universidad de New York (NYU), con número de referencia CRD42023413017, es de carácter transversal, descriptivo, documental y cualitativo. Se llevó a cabo de acuerdo con el protocolo PRISMA 2020 (17).

2.1. Criterios de elegibilidad

Comprende ensayos controlados aleatorios genuinos que examinaron cómo la PRF afectaba la regeneración del tejido óseo de los pacientes después de someterse a exodoncia en comparación con curación fisiológica. La población (P) analizada estuvo constituida por pacientes a quienes se les realizó exodoncias dentales. El uso de PRF en alvéolos posexodoncia fue el foco de intervención (I). La comparación (C) en el proceso de curación de los alvéolos posexodoncia. Los hallazgos (O) se centraron en las evaluaciones por imágenes del recrecimiento óseo. Se excluyeron estudios de pacientes con colocación de implantes inmediata, estudios en animales, estudios de PRF combinado con biomateriales. Se incluyeron sólo si los estudios eran Ensayos Controlados Aleatorios (ECA) escritos en inglés y español con al menos ocho pacientes, cuatro en cada grupo, y dos grupos: uno para prueba en el que se utilizó PRF y otro para un grupo de control en el que no se utilizó PRF.

2.2. Estrategia de búsqueda

La presente revisión se basó en la estrategia PICO (18), se realizó la búsqueda y recolección de artículos científicos publicados hasta el 2022 de las bases de datos

electrónica como: Scielo, PubMed, Embase, Redalyc y literatura gris, mediante el informe de la literatura gris de la Academia de Medicina de Nueva York, <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>, de donde se obtuvieron 220 artículos. Se utilizó vocabulario controlado (términos Mesh de Pubmed, términos Emtree en Embase), así como también el uso de palabras clave y operadores booleanos OR y AND específicos para cada base de datos, detallado en la **Tabla 1**.

Términos Mesh: “Bone regeneration”, “Blood, Clotting”, “Coagulation, Blood”, “Extractions Tooth”, “Regeneration, Bone”, “Platelet-Rich Fibrin”, “Osteoconduction”, “Tooth, Extractions”, “Extraction, tooth”, “Fibrin, Platelet-Rich”, “Regeneration, Bone”, “Clotting, Blood”, “Blood, Clottings”.

Términos Emtree: “Blood clotting,” “Extraction tooth,” “Bone regeneration,” “Platelet-Rich Fibrin.”

Términos libres: “Regeneración ósea”, “Extracción dental”, “Fibrina rica en plaquetas”, “PRF”.

“Extracción dental”, “Fibrina rica en plaquetas”, “PRF”, “Regeneración ósea”. Incluyéndose artículos solo en español e inglés.

2.3. Datos recolectados

Para verificar la inclusión, se examinaron las características de los estudios, se recuperaron los datos de los estudios incluidos a partir de textos completos y se eliminaron los artículos que no se ajustaban a los criterios de selección. Entre los resultados se encuentran:

- Valoración radiográfica de la regeneración ósea (diferencias en el patrón o densidad trabecular).
- La regeneración ósea del hueso marginal (altura del hueso en la región vestibular, lingual y/o palatina) se evalúa clínica y radiográficamente.

2.4. Evaluación del riesgo de sesgo

Se revisó la calidad de los ECA seleccionados para evaluar el riesgo de sesgo de acuerdo con el Manual de Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones 6.2 (RevMan 6.2) que clasifica la fiabilidad de la investigación en tres áreas: bajo riesgo de sesgo, si se considera que los criterios de inclusión son suficientes; riesgo moderado de sesgo, si se considera que uno o más criterios del estudio son ambiguos; y alto riesgo de sesgo, si se considera que uno o más criterios del estudio son insuficientes (19). El diagrama de flujo de la selección de estudios primarios con sesgo para los 25 artículos incluidos se muestra en la **Figura 1**.

3. Resultados

El diagrama de flujo PRISMA que se muestra en la **Figura 1** expone los resultados de la búsqueda. Se determinaron un total de 220 ensayos contralados aleatorizados, de las bases de datos analizadas se excluyó 20 artículos duplicados, 110 por estudio irrelevante, 50 por no cumplir con los requisitos para este estudio, y la lectura completa de los artículos eliminó 15 por sus resúmenes incompletos, en total fueron incluidos 25 artículos seleccionados para el análisis cualitativo de la extracción de datos.

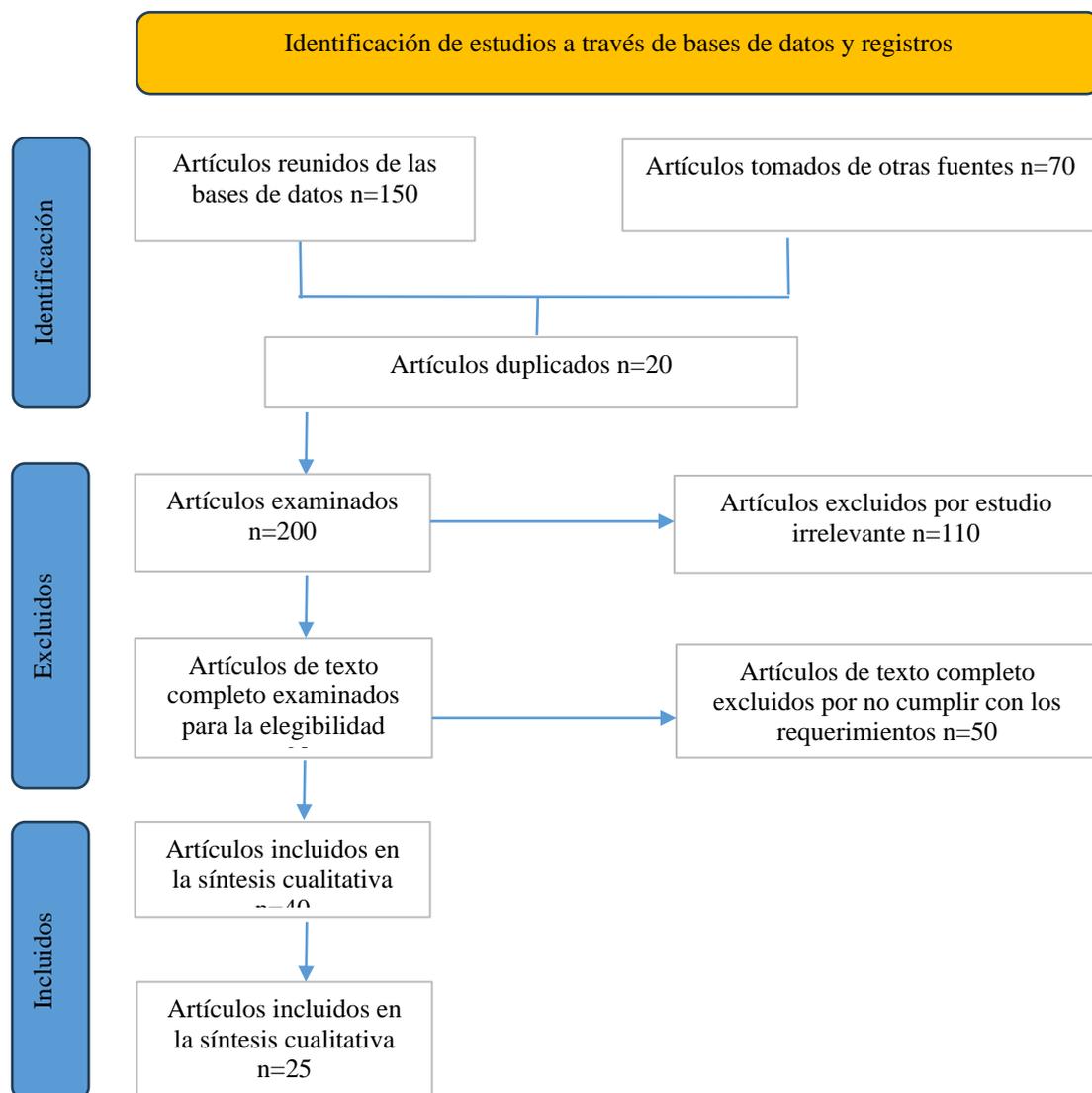


Figura 1. Procedimiento de selección de artículos diagrama de flujo PRISMA 2020

En la **tabla 1** se describen las características de los estudios incluidos, en el cual indican número de pacientes, número de piezas, intervención, control en semanas y motivo de exodoncia del diente.

Tabla 1. Resumen de características de estudios incluidos

Autor, Año	N.º de		Intervención		Control Semanas	Motivo de Exodoncia	
	pacientes	N.º de piezas	Prueba	Control			
Sharma et al. (2019) (7)	60	60	60	PRF	Coágulo de sangre	1, 4 y 8 semanas	Extracción de terceros molares mandibulares impactados
Alzahrani (2017) (16)	24	12	12	PRF	Coágulo de sangre	1 día, 4, 8 semanas.	Exodoncia de una pieza dental por fractura radicular, pronóstico periodontal reservado, falla del tratamiento endodóntico, caries avanzada
Anwandter et al. (2016) (20)	18	9	9	L-PRF	Coágulo de sangre	1 día, 4 meses.	Exodoncia previo implantes dentales
Areewong (2019) (21)	33	18	18	PRF	Coágulo de sangre	2 meses	Exodoncia previa a implantes dentales
Baslarli (2015) (22)	20	10 (pacientes)	10 (pacientes)	PRF	Coágulo de sangre	1 y 3 meses	Extracción de terceros molares mandibulares bilaterales impactados
Brazdeikyte (2021) (23)	43	22	21	PRF-PRGF	Coágulo de sangre	1 día, 1 mes	Extracción de molares mandibulares
Doiphode et al. (2016) (24)	30	15 (pacientes)	15 (pacientes)	Gel PRP, PRF	Coágulo de sangre	2, 4 y 6 meses	Extracción de terceros molares mandibulares bilaterales impactados
El Bagoury (2015) (25)	20	20	20	PRF	Coágulo de sangre	1 semana, 3 y 6 meses	Extracción de tercer molar inferior impactado
Fontes et al. (2021) (26)	15	10	5	PRF-BM/P G	Coágulo de sangre	6 meses	Extracción de diente anterior superior
Gasparro et al. (2020) (27)	18	18	18	Injerto de L-PRF	Coágulo de sangre	2, 4 semanas, 3, 6 meses	Exodoncia del tercer molar mandibular impactado

Tabla 1. Resumen de características de estudios incluidos (continuación)

Autor, Año	N.º de pacientes	N.º de piezas		Intervención	Control	Control Semanas	Motivo de Exodoncia
		Prueba	Control				
<u>Guzmán et al. (2017) (28)</u>	30	30	30	PRF	Coágulo de sangre	1, 8 semanas	Exodoncia de terceros molares inferiores
<u>Jeyaraj & Chakranarayan (2018) (29)</u>	60	30	30	PRF	Coágulo de sangre	8 semanas	Extracción de terceros molares mandibulares
<u>Kapse et al. (2018) (30)</u>	30	30	30	PRF	Coágulo de sangre	8, 16 semanas	Terceros molares impactados bilaterales
<u>Kumar et al. (2015) (31)</u>	31	16	15	PRF	Coágulo de sangre	3 meses	Extracción de tercer molar mandibular impactado
<u>Kumar (2016) (32)</u>	15	15	15	PRF	Coágulo de sangre	1, 2 y 6 meses	Extracción de tercer molar
<u>Malhotra et al. (2020) (33)</u>	50	50	50	PRF	Coágulo de sangre	1, 2 y 4 meses	Extracción de tercer molar mandibular
<u>Dar et al. (2018) (34)</u>	30	30	30	PRF	Coágulo de sangre	4, 12 semanas	Exodoncia de terceros molares mandibulares impactados
<u>Niedzielska (2022) (35)</u>	50	50	50	PRF	Coágulo de sangre	6 meses	Exodoncia de 2 piezas homónimas maxilares o mandibulares: fallo endodóntico, fractura coronaria.
<u>Ouyyamwongs et al. (2019) (36)</u>	12	20	20	PRF	Coágulo de sangre	2, 4, 6 7 8 semanas	Extracción de premolares mandibulares previo a tratamiento de ortodoncia
<u>Sharma et al. (2020) (37)</u>	30	30	30	PRF	Coágulo de sangre	16 semanas	Extracción de dientes mandibulares de ambos lados

Tabla 1. Resumen de características de estudios incluidos (continuación)

Autor, Año	N.º de pacientes	N.º de piezas		Intervención		Control Semanas	Motivo de Exodoncia
		Prueba	Control	Prueba	Control		
Shilpa et al. (2017) (38)	7	7	N/E	PRF	N/E	3 meses	Extracción de dientes debido a fracturas radiculares, fallas endodónticas, lesiones cariosas no restaurables, previa colocación de implantes
Srinivas et al. (2018) (39)	30	30	30	PRF	Coágulo de sangre	3 meses	Piezas dentales superiores o inferiores con/sin condición crónica periodontal
Sultan et al. (2020) (40)	10	5	5	PRF-CS	PRF-X	5 meses	Extracción de premolares superiores
Sybil et al. (2020) (41)	25	25	25	PRF	Coágulo de sangre	3 y 6 meses	Extracción del tercer molar mandibular
Varghese et al. (2017) (42)	30	30	30	PRF	Coágulo de sangre	1, 4 y 16 semanas	Extracción de tercer molar inferior impactado

Abreviaturas: A-PRF: PRF avanzada; FDBA: aloinjerto óseo liofilizado; PRF: fibrina rica en plaquetas; L-PRF: fibrina rica en leucocitos y plaquetas; HA: hidroxiapatita; ECA: ensayo controlado aleatorio

En la **tabla 2** muestran las variables, métodos de evaluación y resultados de cada estudio según los siguientes criterios: preservación de la cresta alveolar usando PFR, cicatrización fisiológica de la cresta alveolar y presencia de significancia estadística reportada en el cada estudio.

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos

Autor	VARIABLES	Método de Evaluación	Resultado de PRF en preservación de la cresta alveolar (ancho, longitud, profundidad) y/o calidad del tejido óseo.	Resultado de cicatrización fisiológica y/o biomateriales en preservación de la cresta alveolar (ancho, longitud, profundidad) y/o calidad del tejido óseo	Significancia estadística SI/NO	Efecto del concentrado plaquetario reportado en el estudio
Sharma et al. (2019) (7)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación clínica y radiográfica	Maduración de hueso 1 día: 0.50±0.51mm Semana 1: 1.35±0.59 mm Semana 4: 2.05±0.55 mm Semana 8: 2.55±0.51 mm	Maduración de hueso 1 día: 0.35±0.49 mm Semana 1: 0.95±0.60 mm Semana 4: 1.75±0.44 mm Semana 8: 2.35±0.49 mm	En ningún momento se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. P<0,05	El uso de PRF para mejorar la cicatrización de los tejidos blandos y duros. Aunque la regeneración ósea pudo diferenciarse en ambos grupos solo en el intervalo del segundo mes, las puntuaciones de dolor fueron mejores con PRF en la mayoría de los casos.
Alzahra ni (2017) (16)	Ancho de la cresta alveolar, regeneración ósea	Evaluación clínica y radiográfica (periapical)	PRF: 1,4 y 8 semanas: Ancho reborde alveolar: 1 semana: 11.70 ± 2.37 4 semanas: 11.33 ± 2.30 8 semanas: 10.97 ± 2.33 Relleno óseo: 1 semana: 68.82 ± 1.07% 4 semanas:	Coágulo de sangre: 1, 4 y 8 semanas: ancho cresta alveolar de 13,01 ± 3,00 mm en 1 semana. 12,04 ± 2,50 mm a las 4 semanas. 11,54 ± 2,42 mm a las 8 semanas Relleno óseo: 74,05 ±	SI: 1 -4 semana: p=0.012 1- 8 semanas: p=0.036 NO: 4-8 semanas: 0.37	Anchura decreciente de la cresta alveolar en el grupo con PRF (-0,97mm - 8,58%) fue significativamente menor en comparación con el grupo control (-1,92 - 13,54%) a las 4 y 8

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

			74.03 ± 1.22%	1,66% después de 1 semana		semanas; PRF aumenta la eficiencia y por lo tanto, la proliferación celular reduce la pérdida ósea a largo plazo
			80.35 ± 2.61%	Después de cuatro semanas: 81,54 ± 3,33%		
				Después de ocho semanas: 88,81 ± 1,53%		
Anwandter et al. (2016) (20)	Cambios dimensionales clínicos y radiográfico de la cresta alveolar	Evaluación clínica y radiográfica	Reabsorción horizontal media de 1,18 ± 2,4 mm (p = 0,8) en la cresta, 1,25 ± 2,0 mm (p = 0,57) y 0,83 ± 2,0 mm (p = 0,78) a 2 mm y 4 mm apical a la cresta.	N/E	NO. p= 0.99	No se observaron diferencias significativas para el relleno óseo. entre maxilares, ni clínicamente (0,03 ± 4,4 mm, p= 0,9, IC: -4,46 a 4,39) ni radiográficamente (-0,06 ± 3,84 mm, p= 0,7, IC: -4,31 a 3,04).
Areewong (2019) (21)	Formación de nuevo hueso y cicatrización de heridas.	Evaluación clínica y radiográfica	PRF: 31,33 ± 18 %.	Coágulo: 26,33 ± 19,63 %.	No hubo diferencias estadísticamente significativas en la proporción entre los grupos PRF y control (P = 0,431).	El uso de PRF en ARP no mejora de forma estadísticamente significativa la formación de hueso nuevo posterior a la exodoncia dental en contraste con la cicatrización normal de heridas (P > 0,05).
Baslarli (2015) (22)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación radiográfica (panorámica, gammagrafías óseas)	PRF: 1 y 3 meses: 1 mes: 4.71 3 mes: 4.1	1 y 3 meses: 1 mes: 4.6 3 mes: 3.96	No: las puntuaciones promedio del valor de gris del hueso en las áreas de extracción con o sin PRF fueron similares, sin diferencias estadísticamente significativas, en ambas visitas posoperatorias.	Los alvéolos tratados con PRF y no tratados con PRF no variaron sustancialmente en el aumento promedio en la absorción de tecnecio-99m difosfonato de metileno, una medida de mejor reparación ósea, 30 y 90 en el postoperatorio.

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

Brazdeikyte (2021) (23)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación clínica, radiográfica (tomografías)	PRF: 8.4 mm	Coágulo: 7.9 mm	Significativamente reducido PRF (P: 0.04)	PRGF y PRF no tuvo un efecto significativo en las dimensiones de los tejidos óseos primarios formados en el alvéolo
Doiphode et al. (2016) (24)	Profundidad de sondaje, cicatrización de tejidos blandos, densidad ósea	Evaluación clínica, radiográfica	Altura de hueso alveolar: Preoperatorio: 3.64±1.89 mm 2 mes: 3.37±1.72 mm 4 mes: 1.80±0.84 mm 6 mes: 1.57±0.62 mm Densidad ósea: Preoperatorio: 149.47±10.90 mm 2 mes: 120.60±8.42 mm 4 mes: 133.74±9.30 mm 6 mes: 141.4±11.41 mm	Altura de hueso alveolar: Preoperatorio: 3.10±2.09 mm 2 mes: 3.10±2.09 mm 4 mes: 2.97±2.11 mm 6 mes: 2.77±2.24 mm Densidad ósea: Preoperatorio: 144.33±13.76 mm 2 mes: 75.87±8.38 mm 4 mes: 99.94±14.91 mm 6 mes: 127.80±11.87 mm	No hubo diferencia significativa entre los valores medios de hueso	PRF ha demostrado buenos resultados, puede incorporarse como complemento para promover la cicatrización de heridas y la regeneración ósea en sitios de extracción de terceros molares mandibulares humanos
El Bagoury (2015) (25)	Altura ósea, profundidad de sondaje	Evaluación clínica y radiográfica	Preoperatorio: 12.90 ± 2.22 mm Semana 1: 12.60 ± 2.14 mm Mes 3: 12.33 ± 2.11 mm Mes 6: 12.47 ± 2.07 mm	Preoperatorio: 12.58 ± 2.39 mm Semana 1: 11.98 ± 2.10 mm Mes 3: 11.49 ± 2.13 mm Mes 6: 11.36 ± 2.05 mm	Muestra diferencias en la altura del hueso entre el lado del estudio y el de control. R, lado de estudio = 17,6 mm; L, lado de control = 15,3 mm.	El PRF se considera un material clínico asequible y de fácil acceso que facilita la recuperación de los tejidos blandos y duros después de la cirugía.
Fontes et al. (2021) (26)	Tejido mineralizado	Evaluación clínica y radiográfica	54.20±4.31 %	40.60±5.98 %	No. P=: 0.0528.	Sugiere que la aplicación clínica del concentrado de aspirado de médula ósea en nuevos alvéolos de extracción puede tener la

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

						capacidad de promover la mineralización cuando se combina con fibrina rica en plaquetas como portador.
Gasparro et al. (2020) (27)	Pérdida de inserción clínica	Evaluación clínica. Evaluación radiográfica	PRF: 6 meses 0.69 ± 0.46	6 meses 0.79 ± 0,34	No: 0,47 ± 0.41 mm a 0.60± 0.46 mm	PRF muestra mejores resultados en ganancia de CAL y reducción de PS en comparación con los sitios de control
Guzmán et al. (2017) (28)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación clínica, evaluación radiográfica	PRF: 60 días 163.86 UH	60 días 159.31 UH	Si: 60 días (P<0.015)	Cicatrización de la herida de tejido gingival. Cicatrización del tejido óseo
Jeyaraj & Chakranarayan (2018) (29)	Dolor, hinchazón, trismo, salud periodontal, cicatrización ósea	Evaluación clínica y radiográfica			Si: P = 0.001d	La incorporación de PRF dentro de los alvéolos de extracción de los terceros molares impactados demostró ser beneficiosa para los pacientes, ya que produjo una recuperación posoperatoria más rápida con menos complicaciones, como hinchazón y edema posoperatorios, dolor y trismo; mejores resultados postoperatorios generales en términos de curación más

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

						rápida de los tejidos blandos, así como una regeneración ósea más temprana.
Kapse et al. (2018) (30)	Dolor, edema. Regeneración ósea (patrón trabecular, lámina dura y densidad ósea)	Evaluación radiográfica (periapical) y clínica (VAS, edematización)	PRF: 8 y 16 semanas Lamina dura: 8 semanas: 1.23 ± 0.10 16 semanas: 1.80 ± 0.07 Densidad ósea: 8 semanas: 1.23 ± 0.09 16 semanas: 1.83 ± 0.07 Patrón trabecular 8 semanas: 1.20 ± 0.11 16 semanas: 1.87 ± 0.06	Coágulo de sangre: 8 y 16 semanas Patrón trabecular 8 semanas: 0.30 ± 0.09 16 semanas: 0.50 ± 0.09 Lamina dura: 8 semanas: 0.40 ± 0.009 16 semanas: 0.90 ± 0.12 Densidad ósea: 8 semanas: 0.27 ± 0.08 16 semanas: 0.63 ± 0.09	Patrón trabecular -8 y 16 sem: SI (p<0.001) Lamina dura - 8 y 16 sem: SI (p<0.001) Densidad ósea - 8 y 16 sem: SI (p<0.001)	El dolor postoperatorio (VAS) fue alto el primer día y disminuyó en los días siguientes para ambos grupos; sin embargo, fue menor en el grupo con PRF (p<0,05). El porcentaje de edema facial fue mayor en aquellos sin PRF al tercer día y disminuyó gradualmente a lo largo de los días siguientes (p<0,05). Respecto a la cicatrización ósea (lamina dura, densidad ósea y patrón trabecular) (p<0,001) fue mayor en la semana 16 en relación con la semana 8 en alveolos con PRF
Kumar et al. (2015) (31)	Edema, profundidad de sondaje, densidad ósea	Evaluación clínica y radiográfica	Lámina dura 50% ausente 50% considerablemente adelgazado Densidad total PRF: 68.7% leve a moderada. 31.3%	Lámina dura: 60% ausente 40% considerablemente adelgazado Densidad total: 93.3% leve a moderada. 6.7% aumento severo.	No hubo diferencias estadísticas significativas.	Con la aplicación de PRF, se disminuye la profundidad preoperatoria de la bolsa, se acelera la formación ósea y se disminuye la.

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

			aumento severo Patrón trabecular PRF: 68.7% moderado 25% severo 1% leve	Patrón trabecular: 93.3% moderado 6.7% leve		gravedad de las secuelas del postoperatorio inmediato.
Kumar (2016) (32)	Dolor, edema, densidad ósea	Evaluación clínica y radiográfica	Posoperatorio: 107.40 Mes 1: 114.01 Mes 2: 124.13 Mes 6: 135.15	Posoperatorio : 107.55 Mes 1: 108.45 Mes 2: 115.59 Mes 6: 124.26	Reveló una diferencia estadísticamente significativa (P=0,01) para bolsas con un patrón trabecular homogéneo denso, una diferencia estadísticamente significativa límite en el patrón trabecular para el volumen óseo (P=0,06) que favorece el concentrado rico en plaquetas uso, y no hubo diferencias significativas para la separación trabecular (P =0,66), la longitud trabecular (P = 0,16), el ancho trabecular P = 0,16) y el número trabecular (P = 0,38).	PRF demostró ser un biomaterial autólogo con características útiles que permitieron el llenado eficaz de defectos óseos posteriores a la extracción y una regeneración ósea más rápida.
Malhotra et al. (2020) (33)	Hinchazón, profundidad de bolsa periodontal, altura de hueso alveolar, densidad ósea	Evaluación clínica y radiográfica	Altura del hueso alveolar posoperatorio Inmediatamente : 4.34 ± 0.31 mm 1 mes: 2.84 ± 0.18 mm 2 mes: 2.15 ± 0.15 mm 4 mes: 1.30 ±	Altura del hueso alveolar posoperatorio Inmediatamente: 4.58 ± 0.29 mm 1 mes: 3.79 ± 0.19 mm 2 mes: 2.72 ± 0.16 mm 4 mes: 1.89 ±	Fue estadísticamente significativo después de la operación P < 0.001	El PRF demostró ser un biomaterial autólogo con características útiles que permitieron el relleno eficaz del defecto óseo posterior a la extracción

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

			0.11 mm	0.12 mm		y una regeneración ósea más rápida.
Dar et al. (2018) (34)	Cicatrización de tejido óseo y blando	Evaluación radiográfica Evaluación clínica	PRF: semana 12, 100.0%	semana 12, 90.0%	Si: 12 semanas (p=0.237)	Existe un impacto positivo del gel PRF en la reparación alveolar.
Niedzielski (2022) (35)	Densidad ósea Altura y ancho del hueso alveolar	Evaluación radiográfica, Evaluación clínica (CBCT)	PRF: Ancho: 9.43 ± 1.74mm Altura: 1.49 ± 0.84mm Calidad ósea: A: 308.16 ± 128.15	Coágulo de sangre: Ancho: 9.15 ± 1.51 Altura: 1.85 ± 0.86 Calidad ósea: A: 279.40 ± 136.23	Posexodoncia en ese momento: NO: altura y anchura del proceso alveolar. Sí, seis meses posexodoncia: ancho y altura proceso alveolar (p=0.0085)	Modificaciones en el proceso alveolar. Cambios en la altura del proceso alveolar.
Ouyyamwongs et al. (2019) (36)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación clínica y radiográfica	Semana 0: 23.39±7.62 mm Semana 2: 23.02±6.74 mm Semana 4: 31.32±14.50 mm Semana 6: 31.28±13.42 mm Semana 8: 35.85±15.15 mm	aDTM-PRF Semana 0: 37.17±7.21 mm Semana 2: 38.91±6.00 mm Semana 4: 45.22±13.27 mm Semana 6: 48.03±8.95 mm Semana 8: 44.84±9.12 mm	Los resultados solo fueron estadísticamente significativos durante las primeras 6 semanas (P=0,05)	Aplicación de aDTM con membrana PRF es útil para la conservación de crestas por reduciendo el colapso de la cresta horizontal y promoviendo el hueso curación como se muestra clínica y radiográficamente
Sharma et al. (2020) (37)	Regeneración ósea y cicatrización de heridas	Evaluación radiográfica y clínica	Regeneración ósea. Escala de grises 16 semanas: PRF: 4.214 ± 5.1 mm	Regeneración ósea. Escala de grises 16 semanas: Coágulo: 3.298 ± 4.09 mm	No hubo una diferencia estadísticamente significativa en el valor de la escala de grises (valor de p > 0,05)	PRF acelera el desarrollo óseo en el alvéolo de exodoncia y es notablemente más eficaz para fomentar la recuperación de los tejidos blandos
Shilpa et al. (2017) (38)	Nivel de hueso alveolar	Evaluación clínica y radiográfica (periapical)	PRF: 14.1± 1.0mm mes 3: 12.7± 0.8	N/E	N/E	Se encontró que la preservación de la cresta usando PRF como relleno de espacio después de la extracción atraumática es un

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

						procedimiento efectivo para la colocación de implantes.
Srinivas et al. (2018) (39)	Altura del hueso alveolar y densidad ósea	Evaluación histológica y radiográfica	PRF: 24 horas y 3 meses Altura ósea: 24 horas: 13.93 ± 3.56mm 3 meses: 12.28 ± 3.84mm Densidad ósea (alveolo): 24 horas: 319.79 ± 95.472 3 meses: 564.76 ± 94.856 Región periapical: 24 horas: 530.39 ± 203.289 3 meses: 748.02 ± 202.878	Coágulo de sangre: 24 horas y 3 meses Altura ósea: 24 horas: 14.68 ± 4.32mm 3 meses: 12.78 ± 3.82mm Densidad ósea (alveolo): 24 horas: 194.82 ± 78.986 3 meses: 295.87 ± 87.217 Región periapical: 24 horas: 518.84 ± 266.518 3 meses: 613.15 ± 237.926	SI: 24h - 3mes - SIN PRF Altura alveolar: p<0.001 Densidad ósea: 0.003 Región periapical: 0.043 SI: 24h - 3mes - CON PRF Altura alveolar: p<0.001 Densidad ósea: p<0.001 Región periapical: 0.05	Cicatrización significativa de huesos y heridas. Se observó regeneración en el grupo experimental en comparación con los sitios de control donde no se usó PRF, lo que corrobora el uso de PRF como un material autólogo económico para la preservación del alveolo y la rehabilitación futura.
Sultan et al. (2020) (40)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación clínica y radiográfica	PRF-CS Contracción horizontal media de: 1,27 ± 0,82 mm Resorción vertical para altura del hueso mesial: M B H = 0,56 ± 0,25 mm Altura del hueso bucal: B B H = 1,62 ± 0,91 mm. Altura del hueso palatino: P B H = 1,39 ± 0,87 mm.	PRF-X Altura del hueso distal: D BH = 0,44 ± 0,45 mm Altura de hueso palatino: P BH = 0,39 ± 0,34 mm Contracción horizontal media de: 1,40 ± 0,85 mm Resorción vertical para altura del hueso medial: M B H = 0,28 ± 0,14 mm Altura del hueso bucal:	La diferencia fue insignificante entre los grupos (todos p>0,05)	Los sitios injertados con PRF-CS no mostraron diferencias significativas con los sitios injertados con PRF-X en los cambios dimensionales lineales y volumétricos y podrían mostrar beneficios clínicos para el aumento del alvéolo

Tabla 2. Variables, métodos de evaluación y resultados de los estudios incluidos (continuación)

				B BH = 0,63 ± 0,39 mm Altura del hueso palatino: P BH = 0,39 ± 0,34 mm		
Sybil et al. (2020) (41)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación clínica y radiográfica	Altura ósea Preoperatorio PRF: 2.88± 0.78 mm Mes 3: PRF: 1.92± 0.86 mm Mes 6 PRF: 1.44± 0.77 mm	Altura ósea Preoperatorio 2.84± 0.85 mm Mes 3: 2.24± 0.83 mm Mes 6: 1.76± 0.83 mm	Si. Se observó una gran mejora en el control que en el lado de prueba (P <0,001)	El PRF es un biomaterial muy viable y útil para la cicatrización de tejidos blandos y el alivio de los síntomas del paciente; sin embargo, no ayuda en la cicatrización de tejidos duros con respecto al hueso cortical.
Varghese et al. (2017) (42)	Cicatrización de tejido blando y ósea	Evaluación clínica y radiográfica	Porcentaje de relleno óseo PRF: 57.90 (SD ± 26.789) %	Porcentaje de relleno óseo Coágulo: 46.74 (SD ± 17.713) %	El valor medio del porcentaje de relleno óseo fue significativamente mayor para pacientes categoría PRF. (P< 0.05)	Hubo evidencia de una mejor regeneración ósea y cicatrización de tejidos blandos que ocurre en respuesta a PRF.

Abreviaturas: CBCT: tomografía computarizada de haz cónico; ECA: ensayo controlado aleatorio; VAS: escala analógica visual; FDBA: aloinjerto óseo liofilizado; HU: unidades de Hounsfield; PRF: fibrina rica en plaquetas.

3.1. Descripción de estudios intervencionistas incluidos

El porcentaje de relleno óseo en el grupo de prueba (PRF) fue significativamente mayor que en el grupo de control (sin PRF) (P<0.05)., según los resultados de dieciséis de los veinticinco estudios examinados. Estos estudios se centraron en la exodoncia de terceros molares inferiores bilaterales impactados (7) (22) (23) (24) (25) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (37) (41) (42). Los resultados de dos estudios que examinaron la extracción dental antes de la rehabilitación con implantes dentales no revelaron cambios significativos en el relleno óseo, ni clínica ni radiográficamente (P> 0.9; P< 0.5) (20) (21). Los resultados de siete ensayos que incluyeron extracciones dentales por fallo endodóntico, fracturas coronarias y tratamiento ortodóncico previo revelaron que la

pérdida de ancho de la cresta alveolar en el grupo de prueba fue menor que la del grupo de control (-0,97 mm, -1,92 mm) (16) (26) (35) (36) (38) (39) (40), respectivamente.

3.2. Evaluación del riesgo de sesgo

Los resultados de la evaluación del riesgo de sesgo de los ECA (19) se presentan en la figura 2 y figura 3.

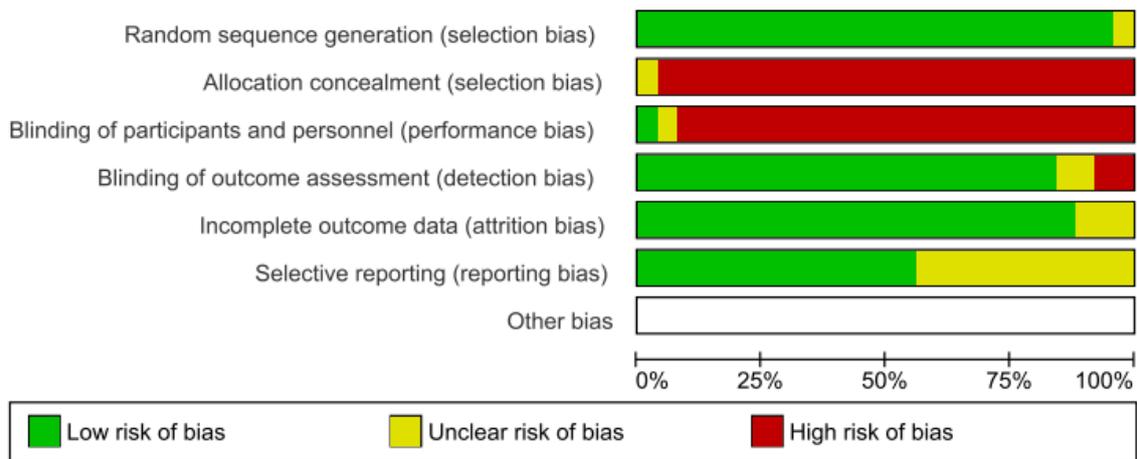


Figura 2. Calidad de los estudios incluidos en el estudio

La mayoría de los estudios presentaron un rango de sesgo moderado en los siguientes puntos: generación de la secuencia, cegamiento de los participantes, bases de datos completas y reporte de resultados; sin embargo; los puntos de cegamiento del personal tienen un riesgo de sesgo alto debido a que al ser un procedimiento invasivo y el paciente está consciente no se puede cegar a los profesionales.

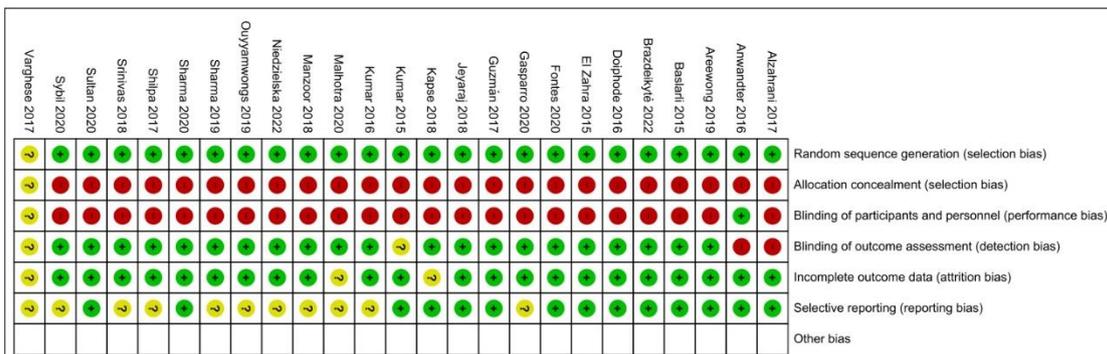


Figura 3. Resumen de riesgo de sesgo de cada estudio

4. Discusión

El uso del Fibrina Rica en Plaquetas (PRF) en la regeneración ósea posexodoncia ha sido evaluado en diversos estudios con resultados heterogéneos (41). Demostrando algunos de

ellos una mejora significativa en la formación de tejido óseo nuevo y en la cicatrización ósea como lo manifiesta Varghese et al. (2017) (42), mientras que otros no han encontrado diferencias estadísticamente significativas en contraste con el grupo de control en cuanto a pérdida de inserción y reducción de profundidad de sondaje como lo indica Gasparro et al. (2020) (27).

En cuanto a la preservación del ancho de la cresta alveolar, reportaron que el grupo de prueba (PRF) tuvo una menor pérdida de ancho de la cresta (8.58%) en contraste con el grupo de control (13.54%) en la cuarta semana de control, lo que sugiere un efecto positivo del PRF en la conservación de la estructura ósea (16). Sin embargo, estudios demostraron que ni la absorción de difosfonato de metileno, un marcador de reparación ósea, ni la producción de hueso nuevo variaron significativamente (21) (22), cuestionando la efectividad del PRF en este aspecto. Así mismo lo ratifica el estudio realizado por Anwandter et al. (2016) (20) en el que no observaron diferencias significativas en el relleno óseo radiográfico.

Respecto al relleno óseo los estudios de Jeyaraj & Chakranarayan (2018) (29) y Kapse et al. (2018) (30) indicaron una regeneración ósea significativamente más rápida en el grupo de prueba con PRF ($P < 0.001$). De manera similar otros estudios (31, 32, 33) mostraron que el PRF acelera la formación de hueso y mejora la densidad ósea postexodoncia ($P < 0.01$). No obstante, investigaciones como las de Fontes et al. (2021) (26) y Sultan et al. (2020) (40) no encontraron diferencias significativas en la mineralización del tejido óseo ni en los cambios dimensionales y volumétricos del hueso alveolar, sugiriendo que los beneficios del PRF podrían ser limitados en ciertos contextos clínicos.

En relación con la cicatrización del tejido óseo, algunos estudios como los de Guzmán et al. (2017) (28), Srinivas et al. (2018) (39) y Sharma et al. (2020) (37) reportaron diferencias significativas en la regeneración ósea en el grupo de prueba, destacando un mejor desempeño del PRF en la preservación del alveolo ($P < 0.001$). Así mismo, Doiphode et al. (2016) (24), Ouyyamwongs et al. 2019 (36) y Dar et al. 2018 (34) encontraron que el PRF favorece la cicatrización tanto del tejido blando como del tejido óseo en las primeras semanas postexodoncia ($P < 0.05$). Por el contrario (7) (41) no encontraron diferencias significativas en la cicatrización de tejidos duros, aunque sí en la reducción de los síntomas postoperatorios.

En cuanto a la densidad ósea y la altura del hueso alveolar, Niedzielska (2022) (35) informaron cambios significativos en la altura del proceso alveolar en el grupo de prueba ($P < 0.008$), lo que respalda la efectividad del PRF en la regeneración ósea. Igualmente El Bagoury (2015) (25) evidenciaron una mayor altura ósea en el grupo con PRF (17.6 mm) en contraste con el grupo de control (15.3 mm). Sin embargo según (23) no encontraron diferencias significativas en las dimensiones del tejido óseo tras la extracción dental, lo que sugiere que la aplicación del PRF podría no ser uniforme en todos los casos.

Si bien varios estudios respaldan la efectividad del PRF en la regeneración ósea posexodoncia, otros no han encontrado beneficios significativos en la formación de hueso nuevo o en la cicatrización ósea.

5. Conclusiones

- Esta revisión sistemática pese a los datos obtenidos limitados concluye que la aplicación de Fibrina Rica en Plaquetas (PRF) en la regeneración ósea posexodoncia presenta resultados heterogéneos en la literatura.
- Varios estudios indican que el PRF puede mejorar la formación de tejido óseo nuevo, la cicatrización ósea y la preservación del ancho de la cresta alveolar, otros no han encontrado diferencias significativas en comparación con grupos de control. Estas discrepancias podrían atribuirse a variaciones en el diseño de los estudios, la metodología utilizada, el tiempo de evaluación y las características individuales de los pacientes.
- En consecuencia, aunque hay evidencia que respalda el uso del PRF, se requieren investigaciones adicionales con metodologías estandarizadas y seguimientos prolongados para establecer de manera clara su efectividad en la regeneración ósea posexodoncia.

6. Conflicto de intereses

Autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo. Conceptualización, MM-B. y CS-E.; metodología, GV. R-S. y CS-E.; software, CS-E. y MM-B.; validación, MM-B., CS-E., DM-N., análisis formal, MM-B., GV. R-S., y CS-E.; investigación, MM-B. y GV. R-S., CS-E., DM-N.; curación de datos, MM-B. y CS-E.; redacción y edición del borrador original, MM-B. y GV. R-S.; Escritura: revisión y edición de GV.R-S. y CS-E.; supervisión, MM-B.; administración de proyectos, MM-B.

8. Costos de financiamiento

No se provee financiación específica para este estudio.

9. Referencias Bibliográficas

1. Travezán-Moreyra M, Aguirre-Aguilar A, Arbildo-Vega H. Efecto de la fibrina rica en plaquetas en la curación de los tejidos blandos de alveolos post exodoncia atraumática. un ensayo clínico controlado aleatorizado cruzado a ciego simple. International Journal of Odontostomatology [Internet]. 2021 [citado 24 de enero de 2025]; 15(1):240–257. Disponible en:

- http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2021000100240&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. Atamari Soncco VK, Sanga Mamani C, Huayhua Vargas KY. Fibrina rica en plaquetas en el cierre clínico de la mucosa alveolar post-exodoncia en pacientes sometidos a cirugía bucal. Evidencias en Odontología Clínica [Internet]. 2018 [citado 24 enero 2025]; 3(2):40. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335478597_FIBRINA_RICA_EN_PLAQUETAS_EN_EL_CIERRE_CLINICO_DE_LA_MUCOSA_ALVEOLAR_POST-EXODONCIA_EN_PACIENTES_SOMETIDOS_A_CIRUGIA_BUCAL
 3. Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Hernandez M, Kandalam U, Zhang Y, Ghanaati S, et al. Injectable platelet rich fibrin (i-PRF): opportunities in regenerative dentistry? Oral Clinical Investigation [Internet]. 2017 [cited 2025 January 25]; 21(8):2619–2627. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28154995/>
 4. Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Bishara M, Zhang Y, Hernandez M, Choukroun J. Platelet-rich fibrin and soft tissue wound healing: a systematic review. Tissue Engineering Part B [Internet]. 2017 [cited 2025 January 25];23(1):83–99. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27672729/>
 5. Liu Y, Sun X, Yu J, Wang J, Zhai P, Chen S, et al. Platelet-rich fibrin as a bone graft material in oral and maxillofacial bone regeneration: classification and summary for better application. Biomed Research International [Internet]. 2019 [cited 2025 January 25];2019. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31886202/>
 6. Arce González MA, Días Suárez AM, Díaz Hernández M, Hernández Moreno VJ. Fibrina rica en plaquetas y leucocitos: biomaterial autólogo excelente para la regeneración tisular. Medicentro Electrónica Revista Científica Villa Clara [Internet]. 2018 [citado 25 de enero de 2025]; 22(1):19–26. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432018000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 7. Sharma R, Sharma P, Sharma SD, Chhabra N, Gupta A, Shukla D. Platelet-Rich Fibrin as an-aid to soft- and hard-tissue healing. Journal of Maxillofacial Oral Surgery [Internet]. 2021 [cited 2025 March 23]; 20(3):496–501. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34408379/>
 8. Dutta SR, Passi D, Singh P, Sharma S, Singh M, Srivastava D. A randomized comparative prospective study of platelet-rich plasma, platelet-rich fibrin, and hydroxyapatite as graft material for mandibular third molar extraction socket

- healing. National Journal of Maxillofacial Surgery [Internet]. 2016 [cited 2025 January 25];7(1):45-51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28163478/>
9. Gülşen U, Şentürk MF. Effect of platelet rich fibrin on edema and pain following third molar surgery: a split mouth control study. BMC Oral Health [Internet]. 2017 [cited 2025 January 25];17(79). Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5404677/>
 10. Yuan Y, Xu B, Yang J, Wu M. Effects of platelet-rich fibrin on post-extraction wound healing and wound pain: a meta-analysis. International Wound Journal [Internet]. 2024 [citado 25 de enero de 2025]; 21(2): e14654. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/iwj.14654>
 11. Gutiérrez Ramírez DA, Hinojosa Sarria JP, Restrepo Dorado AI, Muñoz Ramírez AL, Velarde Trochez NF, Bastidas Daza FE. Análisis estructural de la fibrina rica en plaquetas y sus aplicaciones en odontología regenerativa. Universitas Odontológica [Internet]. 2018 [citado 25 de enero de 2025];37(79). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2312/231267124005/html/>
 12. Trybek G, Rydlińska J, Aniko-Włodarczyk M, Jaroń A. Effect of platelet-rich fibrin application on non-infectious complications after surgical extraction of impacted mandibular third molars. International Journal of Environmental Research and Public Health [Internet]. 2021 [cited 2025 January 25]; 18(16): 8249. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34443998/>
 13. Kotsakis GA, Boufidou F, Hinrichs JE, Prasad HS, Rohrer M, Tosios KI. Extraction socket management utilizing platelet rich fibrin: a proof-of-principle study of the “accelerated-early implant placement” concept. Journal Oral Implantology [Internet]. 2016 [cited 2025 January 25];42(2):164–168. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26389580/>
 14. Zhang Y, Ruan Z, Shen M, Tan L, Huang W, Wang L, et al. Clinical effect of platelet-rich fibrin on the preservation of the alveolar ridge following tooth extraction. Experimental and Therapeutic Medicine [Internet]. 2018 [cited 2025 January 25]; 15(3):2277–2286. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29456635/>
 15. Nemtoi A, Sirghe A, Nemtoi A, Haba D. The effect of plasma with platelet-rich fibrin in bone regeneration and on rate of orthodontic tooth movement in adolescents. Revista de Chimie [Internet]. 2018 [cited 2025 January 25]; 69(12):3727–3730. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/331972173>

16. Alzahrani AA, Murriky A, Shafik S. Influence of platelet rich fibrin on post-extraction socket healing: a clinical and radiographic study. Saudi Dental Journal [Internet]. 2017 [cited 2025 January 25]; 29(4):149–155. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29033524/>
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Systematic Reviews BMC [Internet]. 2021 [cited 2025 Jan 28]; 10(1): 89. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33781348/>
18. Santos CMD, Pimenta CADM, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. Revista Latino Am Enfermagem [Internet]. 2007 [cited 2025 Jan 28]; 15(3):508–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17653438/>
19. Froeks Kamminga. Release of version 6.2 of the Cochrane Handbook and updated MECIR version February 2021. Cochrane Methods [Internet]. [cited 2025 Feb 5]. Available from: <https://methods.cochrane.org/news/release-version-62-cochrane-handbook-and-updated-mecir-version-february-2021>
20. Anwandter A, Bohmann S, Nally M, Castro AB, Quirynen M, Pinto N. Dimensional changes of the post extraction alveolar ridge, preserved with leukocyte- and platelet rich fibrin: a clinical pilot study. Journal of Dentistry [Internet]. 2016 [cited 2025 March 23]; 52:23-29. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27338946/>
21. Areewong K, Chantaramungkorn M, Khongkhunthian P. Platelet-rich fibrin to preserve alveolar bone sockets following tooth extraction: A randomized controlled trial. Clinical Implantology Dental Relat Research. 2019 [cited 2025 January 25]; 21(6):1156–1163. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31647177/>
22. Baslarli O, Tumer C, Ugur O, Vatankulu B. Evaluation of osteoblastic activity in extraction sockets treated with platelet-rich fibrin. Medicine Oral Pathology Oral Surgical. 2015 [cited 2025 January 25]; 20(1): e111–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25475771/>
23. Brazdeikyte V, Baliutavičiute D, Rokicki JP. Influence of PRGF and PRF on postextractive alveolus regeneration: a randomised controlled trial. Quintessence International [Internet]. 2021 [cited 2025 January 30]; 53(1):58–67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34076381/>

24. Doiphode AM, Hegde P, Mahindra U, Kumar SMS, Tenglikar PD, Tripathi V. Evaluation of the efficacy of platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in alveolar defects after removal of impacted bilateral mandibular third molars. *Journal International Society of Preventive and Community Dentistry* [Internet]. 2016 [cited 2025 January 25]; 6: S47–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27195227/>
25. El Bagoury EZF, Hassan M, Thabet HH. Evaluation of platelet-rich fibrin on alveolar bone height after removal of impacted lower third molar. *Egyptian Journal of Oral & Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2015 [cited 2025 March 23];6(2):50–54. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/279244034>
26. Fontes Martins LC, Sousa Campos de Oliveira AL, Aloise AC, Scavone de Macedo LG, Teixeira ML, Moy PK, et al. Bone marrow aspirate concentrates and platelet-rich fibrin in fresh extraction sockets: a histomorphometric and immunohistochemical study in humans. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2021 [cited 2025 January 25]; 49(2):104–109. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33349509/>
27. Gasparro R, Sammartino G, Mariniello M, di Lauro AE, Spagnuolo G, Marenzi G. Treatment of periodontal pockets at the distal aspect of mandibular second molar after surgical removal of impacted third molar and application of L-PRF: a split-mouth randomized clinical trial. *Quintessence International* [Internet]. 2020 [cited 2025 January 30]; 51(3):204–211. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32020130/>
28. Guzmán Castillo FG, Paltas Miranda ME, Benenaula Bojorque JA, Núñez Barragán KI, Simbaña García DV. Cicatrización de tejido óseo y gingival en cirugías de terceros molares inferiores. Estudio comparativo entre el uso de fibrina rica en plaquetas versus cicatrización fisiológica. *Revista Odontológica Mexicana* [Internet]. 2017 [citado 30 de enero de 2025] 21(2): 114-120. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rom/v21n2/1870-199X-rom-21-02-00114.pdf>
29. Jeyaraj PE, Chakranarayan A. Soft tissue healing and bony regeneration of impacted mandibular third molar extraction sockets, following postoperative incorporation of platelet-rich fibrin. *Annals of Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2018 [cited 2025 January 30]; 8(1):10–18. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29963419/>

30. Kapse S, Surana S, Satish M, Hussain SE, Vyas S, Thakur D. Autologous platelet-rich fibrin: can it secure better healing? *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology* [Internet]. 2019 [cited 2025 January 30]; 127(1):8–18. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212440318311544>
31. Kumar N, Prasad K, Ramanujam L, Ranganath R, Dexith J, Chauhan A. Evaluation of treatment outcome after impacted mandibular third molar surgery with the use of autologous platelet-rich fibrin: a randomized controlled clinical study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2015 [cited 2025 January 30]; 73(6):1042–1049. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25659357/>
32. Kumar A, Kumar A, Pallawi, Das D, Das A, Bose A, et al. Use of platelet rich fibrin in post-surgical jaw defect. *International Journal of Current Research* [Internet]. 2016 [cited 2025 January 30]; 8(11); 41283-41286. Available from: <https://www.journalcra.com/article/use-platelet-rich-fibrin-post-surgical-jaw-defect>
33. Malhotra A, Kapur I, Das D, Sharma A, Gupta M, Kumar M. Comparative evaluation of bone regeneration with platelet-rich fibrin in mandibular third molar extraction socket: a randomized split-mouth study. *National Journal of Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2020 [cited 2025 January 30]; 11(2):241–247. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33897188/>
34. Dar MM, Shah AA, Najar AL, Younis M, Kapoor M, Dar JI. Healing potential of platelet rich fibrin in impacted mandibular third molar extraction sockets. *Annals Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2018 [cited 2025 January 30];8(2):206–213. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30693233/>
35. Niedzielska I, Ciapiński D, Bak M, Niedzielski D. The Assessment of the usefulness of platelet-rich fibrin in the healing process bone resorption. *Coatings Journal* [Internet]. 2022 [cited 2025 January 30]; 12(2): 247. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6412/12/2/247>
36. Ouyyamwongs W, Leepong N, Suttapreyasri S. Alveolar ridge preservation using autologous demineralized tooth matrix, and platelet-rich fibrin versus platelet-rich fibrin alone: a split-mouth randomized controlled clinical trial. *Implant Dentistry* [Internet]. 2019 [cited 2025 January 30]; 28(5):455–462. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31188170/>
37. Sharma A, Ingole S, Deshpande M, Ranadive P, Sharma S, Kazi N, et al. Influence of platelet-rich fibrin on wound healing and bone regeneration after

- tooth extraction: a clinical and radiographic study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* [Internet]. 2020 [cited 2025 January 30]; 10(4):385–390. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32760646/>
38. Shilpa BS, Dhadse P, Bhongade ML, Puri S, Nandanwar J. Evaluation of effectiveness of platelet-rich fibrin for ridge preservation after atraumatic extraction: a case series. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University* [Internet]. 2017 [cited 2025 January 30];12(4):294–300. Available from: https://www.researchgate.net/publication/325201047_Evaluation_of_effectiveness_of_platelet-rich_fibrin_for_ridge_preservation_after_atraumatic_extraction_A_case_series
39. Srinivas B, Das P, Rana MM, Qureshi AQ, Vaidya KC, Raziuddin SJA. Wound healing and bone regeneration in postextraction sockets with and without platelet-rich fibrin. *Annals of Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2018 [cited 2025 January 30]; 8(1):28–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29963421/>
40. Sultan T, Cheah CW, Ibrahim NB, Asif MK, Vaithilingam RD. Three-dimensional assessment of the extraction sockets, augmented with platelet-rich fibrin and calcium sulfate: a clinical pilot study. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2020 [cited 2025 January 30]; 101. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32828845/>
41. Sybil D, Sawai M, Faisal M, Singh S, Jain V. Platelet-rich fibrin for hard- and soft-tissue healing in mandibular third molar extraction socket. *Annals of Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2020 [cited 2025 January 30];10(1):102–107. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32855924/>
42. Varghese MP, Manuel S, Kumar S. Potential for osseous regeneration of platelet-rich fibrin—a comparative study in mandibular third molar impaction sockets. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2017 [cited 2025 January 30]; 75(7): 1322–1329. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278239117301209>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



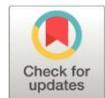
El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Funduplicatura de Nissen como técnica quirúrgica de elección en pacientes con hernia hiatal

Nissen fundoplication as the surgical technique of choice in patients with hiatal hernia

- ¹ Evelyn Johanna Solano Benalcázar  <https://orcid.org/0009-0009-7825-2893>
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.
esolano1425@uta.edu.ec
- ² Ariana Nicole Sari Yáñez  <https://orcid.org/0009-0008-7576-8002>
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.
asari4346@uta.edu.ec
- ³ Víctor Peñafiel Gaibor  <https://orcid.org/0000-0003-3286-4797>
Docente Investigador Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
vi.penafiel@uta.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 19/03/2025

Revisado: 16/04/2025

Aceptado: 15/05/2025

Publicado: 23/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3465>

Cítese: Solano Benalcázar, E. J., Sari Yáñez, A. N., & Peñafiel Gaibor, V. (2025). Funduplicatura de Nissen como técnica quirúrgica de elección en pacientes con hernia hiatal. *Anatomía Digital*, 8(2.2), 56-74. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3465>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

hernia hiatal,
funduplicatura de
Nissen,
laparoscopia,
técnicas quirúrgicas

Resumen

Introducción. La hernia hiatal se define como un desplazamiento de las estructuras abdominales hacia el tórax a través del hiato esofágico, se clasifican en cuatro tipos según la relación anatómica entre el estómago y el hiato; su prevalencia es mayor en mujeres y ancianos, con frecuencia se asocia a obesidad y a factores genéticos. Comúnmente son asintomáticas, pero los pacientes pueden referir reflujo gastroesofágico, disnea o dolor torácico, siendo detectadas frecuentemente de manera incidental. La endoscopia digestiva alta es el método de diagnóstico principal, complementado por radiografías, esofagogramas y TAC; el tratamiento incluye manejo conservador o cirugía, siendo la Funduplicatura de Nissen uno de los procedimientos de elección debido a su eficacia valorada según la eliminación de los síntomas.

Objetivo. Evaluar la efectividad de la funduplicatura de Nissen como tratamiento de elección en pacientes con diagnóstico de hernia hiatal refractaria al tratamiento conservador, analizando su impacto en la resolución del cuadro clínico a través de una revisión bibliográfica de la evidencia científica actualizada. **Metodología.** Se realizó una búsqueda en bases de datos científicas seleccionando artículos basados en confiabilidad, validez y relevancia clínica, priorizando publicaciones en inglés y español de los últimos 6 años, se eligieron 14 artículos de alto nivel de evidencia que cumplieron con los criterios establecidos. **Resultados.** La hernia de hiato ocurre cuando los cardias sobresalen a través del hiato esofágico, su diagnóstico suele ser incidental, destacándose la endoscopia y el esofagograma como herramientas principales. El tratamiento conservador con IBP es la terapia de primera línea para hernias tipo I, reservándose la cirugía para casos refractarios o graves; la funduplicatura de Nissen es el procedimiento quirúrgico más empleado por su alta efectividad, aunque existen otras técnicas como la de Tou - pet o Dor mismas que reducen las molestias postquirúrgicas como la disfagia, lo que implica un desafío al momento de elegir la técnica quirúrgica adecuada según el paciente. **Conclusión.** La hernia de hiato es una condición compleja que requiere diagnóstico oportuno para determinar el tratamiento adecuado, el manejo depende del tipo de hernia hiatal y su

severidad, es así como las hernias Tipo I responden a tratamientos conservadores con IBP y cambios en el estilo de vida, mientras que las hernias Tipo II-IV suelen requerir cirugía. La funduplicatura de Nissen, realizada por laparoscopia, es el tratamiento quirúrgico más eficaz, aunque puede causar disfagia y distensión abdominal, por lo que importante valorar condiciones como la longitud del esfínter esofágico y el IMC, destacando la necesidad de personalizar el tratamiento para optimizar resultados y mejorar la calidad de vida del paciente. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Cirugía general. **Tipo de estudio:** Revisión Bibliográfica.

Keywords:

hiatal hernia, Nissen fundoplication, laparoscopy, surgical techniques

Abstract

Introduction. Hiatal hernia is defined as a displacement of the abdominal structures towards the thorax through the esophageal hiatus. They are classified into four types according to the anatomical relationship between the stomach and the hiatus. Its prevalence is higher in women and the elderly, and it is often associated with obesity and genetic factors. They are usually asymptomatic, but patients may report gastroesophageal reflux, dyspnea, or chest pain, and are frequently detected incidentally. Upper digestive endoscopy is the main diagnostic method, complemented by X-rays, esophagograms, and CT scans. Treatment includes conservative management or surgery, with Nissen Fundoplication being one of the procedures of choice due to its efficacy assessed by the elimination of symptoms. **Objective.** To evaluate the effectiveness of Nissen fundoplication as the treatment of choice in patients diagnosed with hiatal hernia refractory to conservative treatment, analyzing its impact on the resolution of the clinical picture through a bibliographic review of updated scientific evidence. **Methodology.** A search was performed in scientific databases selecting articles based on reliability, validity, and clinical relevance, prioritizing publications in English and Spanish from the last 6 years, 14 articles with an elevated level of evidence that met the established criteria were chosen. **Results.** Hiatal hernia occurs when the cardia protrudes through the esophageal hiatus. Its diagnosis is usually incidental, with endoscopy and

esophagogram standing out as the main tools. Conservative treatment with PPIs is the first-line therapy for type I hernias, reserving surgery for refractory or severe cases; Nissen fundoplication is the most used surgical procedure due to its high effectiveness, although there are other techniques such as Toupet or Dor, which reduce postoperative discomfort such as dysphagia, which implies a challenge when choosing the appropriate surgical technique for each patient. **Conclusion.** Hiatal hernia is a complex condition that requires timely diagnosis to determine the appropriate treatment. Management depends on the type of hiatal hernia and its severity. Thus, Type I hernias respond to conservative treatments with PPIs and lifestyle changes, while Type II-IV hernias usually require surgery. Nissen fundoplication, performed by laparoscopy, is the most effective surgical treatment, although it can cause dysphagia and abdominal distension, so it is important to assess conditions such as the length of the esophageal sphincter and BMI, highlighting the need to personalize treatment to optimize results and improve the patient's quality of life. **General Area of Study:** Medicine. **Specific area of study:** General surgery. **Type of study:** Bibliography Review.

1. Introducción

Las hernias hiatales representan una patología gastrointestinal caracterizada por el desplazamiento de las estructuras de la cavidad abdominal hacia el tórax a través del hiato esofágico del diafragma; el término "hernia hiatal" abarca diversas variantes, las cuales, se encuentran clasificadas según la relación anatómica entre el estómago y el hiato esofágico (1) (2) (3).

Tabla 1. Clasificación de las Hernias Hiatales

Tipo I (deslizante)	El cardias se desplaza hacia el mediastino posterior.
Tipo II (paraesofágica)	El fundus gástrico se desplaza hacia la parte superior, sin embargo, el cardias permanece en posición normal.
Tipo III (mixta)	Combina características de los tipos I y II; es decir, existe desplazamiento del fundus y del cardias.
Tipo IV	Implica la herniación de otros órganos abdominales diferentes al estómago como colon, intestino, bazo o páncreas.

La hernia hiatal, es una patología común en Europa occidental y América del Norte, en donde la prevalencia varía entre el 10% y el 50%, incrementándose con la edad debido al debilitamiento de los tejidos y la creciente incidencia de obesidad, sin embargo, en Ecuador es poco frecuente. Si bien, la población adulta tiene más probabilidades de presentar este cuadro, se conoce que apenas el 9% manifestará sintomatología; la gran mayoría de hernias son de tipo I representando aproximadamente el 95% de los casos; por otro lado, las hernias paraesofágicas de tipo II comprenden alrededor del 5% del total. La prevalencia de la afección aumenta en las mujeres, esto puede atribuirse a la presión intraabdominal elevada durante la gestación (1) (4) (5). El desarrollo de las hernias hiatales está influenciado por varios factores, entre ellos se encuentran: edad avanzada, debido al debilitamiento progresivo de los tejidos conectivos; obesidad ya que con el aumento de peso, aumenta la presión intraabdominal; sexo femenino; malos hábitos alimentarios; factores genéticos y, enfermedades como la esclerodermia o EPOC (6).

Los pacientes que no son asintomáticos usualmente presentan reflujo gastroesofágico, disnea, dolor torácico, tos crónica, dispepsia, entre otras manifestaciones que podrían estar relacionados a la patología; una gran parte de los casos de hernias hiatales son hallazgos incidentales en los estudios de imagen solicitados por otras patologías subyacentes y, la mayor parte de veces, no presentan sintomatología importante, por lo que su diagnóstico representa un verdadero desafío (1).

El gold estándar para el diagnóstico de la hernia hiatal es la endoscopia digestiva alta, en donde, es posible valorar el aspecto de la mucosa, la presencia de lesiones asociadas y, además, se puede tomar muestras para la realización de biopsias. Por otro lado, la radiografía de tórax puede contribuir favorablemente a la visualización de alteraciones compatibles con hernias de hiato en donde dicha condición se manifestará como un abultamiento retrocardíaco aparentando una cardiomegalia, además el esofagograma es uno de los métodos más precisos puesto que permite el diagnóstico de la hernia hiatal cuando se observa que más de 2cm de la mucosa gástrica sobresale del anillo mucoso suprahiatal; otro método diagnóstico es la TAC, en donde se observa un abultamiento circular posterior al área cardiaca con o sin nivel hidroaéreo (1) (2) (7).

El tratamiento de las hernias incluye un manejo conservador, en donde se recomienda al paciente cambios en el estilo de vida, control del sobrepeso y, el uso de inhibidores de la bomba de protones para controlar el reflujo; el manejo quirúrgico está indicado para hernias grandes (>5 cm) con sintomatología refractaria y hernias tipo II, III y IV independientemente de su tamaño. Una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas es la Funduplicatura de Nissen, este procedimiento consiste en envolver el fundus del gástrico alrededor del esfínter esofágico inferior para reforzarlo y así prevenir el reflujo (7) (8) (9). Es importante llevar un control óptimo de esta patología ya que, el objetivo principal es la prevención de complicaciones como la esofagitis severa, vólvulos gástricos,

hemorragias digestivas y el esófago de Barrett, por lo que es imprescindible una valoración integral y la planificación del tratamiento adecuado para cada uno de los casos (10).

1.1. Objetivo general

Evaluar la efectividad de la funduplicatura de Nissen como tratamiento de elección en pacientes con diagnóstico de hernia hiatal refractaria al tratamiento conservador, analizando su impacto en la resolución del cuadro clínico a través de una revisión bibliográfica de la evidencia científica actualizada.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las características principales de las hernias hiatales considerando emplear las opciones terapéuticas adecuadas de acuerdo con las características clínicas de cada paciente.
- Analizar la evidencia científica actualizada para identificar riesgos, beneficios y limitaciones asociados a la funduplicatura de Nissen en pacientes con hernia hiatal considerando los resultados terapéuticos de esta técnica quirúrgica.
- Identificar la eficacia del tratamiento individualizado de las hernias de hiato, considerando su clasificación específica para optimizar la selección de opciones terapéuticas y reducir la tasa de recurrencias y complicaciones

2. Metodología

Se ejecutó una búsqueda de artículos en varias bases de datos reconocidas en el campo científico y médico como: Science Direct, Web of Science, Elsevier, PubMed y Scielo. La elección de los artículos se basó en criterios de elegibilidad, que incluyeron: la confiabilidad de las fuentes, validez metodológica, pertinencia temática y relevancia en el ámbito clínico. El proceso de selección se realizó en dos fases: la primera, mediante una revisión de títulos y resúmenes y, en la segunda, se efectuó una evaluación completa de los artículos preseleccionados. Se dio prioridad a las publicaciones en inglés y español de los últimos 6 años (entre 2019 y 2024). Se incluyeron estudios de alto nivel de evidencia utilizando palabras clave específicas como “hernia hiatal”, “funduplicatura de Nissen”, “laparoscopia” y “técnicas quirúrgicas”. Se excluyeron los estudios que no se ajustaban al período de tiempo, así como aquellos que contenían información irrelevante en relación con el tema planteado. Se identificó un total de 16 artículos que cumplían con los criterios mencionados.

3. Resultados

Una hernia hiatal aparece cuando existe un defecto a nivel de la porción gástrica, específicamente cuando el cardias protruye a través del hiato esofágico localizado en el diafragma, según su origen se denominan hernias hiatales congénitas o adquiridas, para el diagnóstico de las mismas se esclarece que la endoscopia alta es el gold estándar, en lo concerniente al tratamiento de una hernia hiatal se propone que la cirugía se reserva para los casos en los que no remita la sintomatología pese al uso de fármacos adecuados en dosis idóneas o cuando el defecto herniario sea lo suficientemente amplio como para requerir recolocación del estómago y otros órganos en la cavidad abdominal (1).

Mantilla-Cadena et. al (1) en su estudio mencionan que la etiología de esta condición obedece a causas intrínsecas y extrínsecas, siendo el incremento de la presión intraabdominal la principal explicación de la causa de una hernia hiatal. Se propone que la mayoría de las Hernias Hiatales (HH) se diagnostican de forma incidental cuando se solicitan exámenes de imagen para otras patologías, esto debido a que, por lo general, la sintomatología es infravalorada asemejando cuadros respiratorios, pancreáticos, cardíacos, gástricos o duodenales, sin embargo, debido a la eventración existente el síntoma cardinal será el reflujo gastroesofágico lo que desencadenará la formación de úlceras y erosiones que pueden provocar estenosis y en casos más graves adenocarcinoma de esófago debido al recambio del epitelio (1).

Los estudios de imagen diferentes a la endoscopia digestiva alta son poco concluyentes y en general se menciona que el esofagograma con medio de contraste es el estudio de elección, debido a que la utilización de sulfato de bario causa dilatación esofágica que permite visualizar de forma clara el anillo esofágico inferior suprahiatal. El diagnóstico se establece cuando existe >2 cm de mucosa gástrica esofágico inferior suprahiatal o cuando se observan 5 o más pliegues gástricos dentro de la hernia, por su parte, la endoscopia tiene como objetivo la visualización y evaluación de la mucosa y las lesiones asociadas, así como también, la ejecución de una biopsia (1). El tratamiento de una hernia hiatal como en toda patología tiene su base fundamental en el control de los síntomas, considerando que en las hernias tipo I la acidez es la principal molestia destacando así que los Inhibidores de la Bomba De Protones (IBP) son el tratamiento farmacológico de primera línea, evidenciando que de un total de 31 pacientes incluidos dentro de un ensayo clínico con dicha sintomatología, 22 de ellos recibieron IBP una vez al día, mientras que a los 8 restantes se les indicó la misma medicación dos veces por día, concluyendo que quienes recibieron IBP una vez al día tuvieron mayor prevalencia de esofagitis y hernia hiatal (1).

Cabe señalar que los pacientes que no mejoran su condición clínica con la prescripción de dichos fármacos, son candidatos a resolución quirúrgica debido a que los medicamentos no son capaces de corregir los mecanismos que ocasionan el cuadro,

mencionando así a la hipotonía del esfínter, acalasia, ausencia de válvula gastroesofágica, además, se incluyen dentro de las indicaciones quirúrgicas a los pacientes sintomáticos portadores de grandes defectos o pacientes asintomáticos con alto riesgo de sufrir complicaciones (1). Con el advenimiento de la ciencia, en la actualidad los procedimientos mínimamente invasivos son la indicación terapéutica en la mayoría de los casos, y las hernias hiatales no son la excepción, en este caso por vía laparoscópica se busca realizar una disección y reducción del saco herniario para lograr la recolocación de la porción intraabdominal del esófago (1).

Para el manejo quirúrgico de las hernias del hiato Mantilla-Cadena et al. (1) proponen que con base en el análisis de diversos estudios aleatorizados y metaanálisis la funduplicatura laparoscópica demuestra altas tasas de eficacia, con escasos reportes de complicaciones, entre los más utilizados se encuentra la realización de una funduplicatura de Nissen, técnica en la que se realiza una envoltura total de 360 grados alrededor del esófago con el fondo gástrico, si bien el reflujo gastroesofágico se alivia casi en su totalidad, los síntomas de disfagia y flatulencia persisten, por lo que, para reducir estas secuelas se han propuesto otras técnicas quirúrgicas, como la funduplicatura de Tou-pet, misma que consiste en una envoltura posterior de 270 grados y de Dor de 180 grados (1).

Viteri-Tigse & Andrade-Salinas (10) en su estudio mencionan que la herniación del contenido intraabdominal a través del hiato esofágico del diafragma es una patología más común en el sexo femenino, cuya incidencia tiene una relación directamente proporcional con la edad y un IMC mayor, como se mencionó anteriormente, la etiología no es única para todos los pacientes, y puede relacionarse con el acortamiento del esófago dado por la exposición prolongada al ácido gástrico, debilidad del esfínter esofágico por el envejecimiento y aumento de la presión intraabdominal asociado principalmente a obesidad. Por lo general, los pacientes son asintomáticos, pero cuando desarrollan ERGE aparecerá el cuadro clínico caracterizado por regurgitación y pirosis, lo que contribuye al desarrollo de esofagitis y en casos más graves esófago de Barret o vólvulo gástrico, condición que determina una emergencia quirúrgica (10).

Los autores en esta publicación esclarecen que actualmente la clasificación de las hernias del hiato se basa en la localización anatómica de estas, determinando que las hernias Tipo I o deslizantes que corresponden al 95% de los casos están dadas porque la unión gastroesofágica protruye por encima del diafragma aun cuando el estómago mantiene su posición habitual, por otro lado, las hernias Tipo II o paraesofágicas puras son aquellas en las que una porción del fundus gástrico se hernia a través del hiato del diafragma en donde la unión gastroesofágica mantiene su posición. Las hernias Tipo III obedecen a la eventración tanto del fondo gástrico como de la unión gastroesofágica, y finalmente las hernias Tipo IV son hernias en las que protruye una estructura diferente al estómago. Para el manejo de esta patología algunos profesionales mencionan la terapia quirúrgica incluso

en ausencia de síntomas, sin embargo la mayoría de los expertos señalan que la cirugía se reservará para pacientes con hernia paraesofágica sintomática, quienes pueden optar por una reparación del defecto a través de la realización de una funduplicatura de Nissen por vía laparoscópica, considerando que en los casos en los que exista dismotilidad del esófago se deberá realizar una funduplicatura de Tou-pet (11).

Sterbling & Fernando (12) en su publicación mencionan que la principal manifestación clínica de la hernia hiatal es el reflujo gastroesofágico por lo que, el tratamiento de primera línea es la combinación entre cambios en la dieta y estilo de vida aunado al uso de IBP y antagonistas del receptor H2 para reducir la producción de ácido, sin embargo, se conoce que en aproximadamente el 40% de los pacientes el tratamiento médico fracasa, por lo tanto, la recomendación para la resolución de ERGE refractaria al tratamiento médico es la funduplicatura de Nissen (12).

Esta técnica fue descrita en 1955 por Rudolf Nissen, el objetivo es devolverle la tonicidad requerida al esfínter esofágico inferior a través de la envoltura completa del fondo gástrico alrededor de la porción distal del esófago. En cuanto a los resultados obtenidos al realizar esta técnica se conoce que a largo plazo el 92,4% de los pacientes refieren alivio total de la acidez 10 años después, no obstante, un 26% de pacientes mencionan que la acidez estomacal, disfagia y regurgitación persisten o recidivan. Como todo procedimiento quirúrgico puede acarrear consigo efectos indeseables incluyendo la náusea, vomito, incapacidad para eructar, disfagia en el 16,8% y distensión abdominal en el 19,5% (12). Pese a que inicialmente todos los pacientes con ERGE son manejados clínicamente con IBP puede que esta opción no sea ideal en todos los casos ya que el uso permanente de dichos fármacos puede ocasionar osteoporosis incrementado así el riesgo de sufrir fracturas óseas, así como enfermedad renal crónica, anemia, encefalopatía hepática, entre otros. Si bien se han desarrollado nuevas técnicas quirúrgicas alternativas a la funduplicatura de Nissen, esta última ha demostrado ser la alternativa más eficiente y segura para la remisión de los síntomas (12).

Nikolic et al. (12) especificaron que la funduplicatura de Tou-pet puede mejorar la disfagia y distensión abdominal en el 84 y 100% de los casos respectivamente, lo que respalda la conversión de una funduplicatura de Nissen a una de Toupet en quienes la sintomatología postquirúrgica interfiera severamente con sus actividades cotidianas (12).

Lee et al. (13) publicaron un metaanálisis en el que se evaluaron tres técnicas quirúrgicas para el manejo de hernia hiatal, comparando los beneficios y complicaciones de cada una de ellas, reportando que de un total de 2063 pacientes, 1108 fueron sometidos a funduplicatura de Nissen, 698 de Tou-pet y 257 de Dor, del total 929 pacientes eran de sexo femenino, 1030 masculinos y 104 de sexo no informado, la edad osciló en 50,0 años, en cuanto a la incidencia de disfagia postoperatoria la primera técnica reportó su presencia en 29,4%, Tou-pet 5,0% y Dor 46,3%, con respecto a la acidez estomacal, la técnica de

Nissen reporto 30,5% de incidencia, Tou-pet 46.1% y Dor 44,4%. Al cabo de 60 meses se evaluó la regurgitación postoperatoria, reportando en el mismo orden descrito anteriormente una incidencia de 28,3%, 40,0% y 43,8%, las tasas de distensión abdominal entre 60 y 180 meses fueron altas en los tres tipos de abordajes, superando el 50% de los casos reportados (13).

El diagnóstico y el tratamiento de las hernias de hiato, según Mantilla-Cadena et al. (1) es complejo. Si bien la mayoría de los casos de hernias hiatales son el resultado de un hallazgo incidental por estudios de imagen dirigidos a otras patologías, se concibe al esofagograma de contraste como aquel que posee la mayor sensibilidad y especificidad. Por otro lado, se determina que el tratamiento de este tipo de hernias puede ser quirúrgico o conservador en dependencia de la clasificación de esta afección. Por un lado, el tratamiento conservador, basado esencialmente en el control sintomático causado por la presencia de la hernia hiatal, se reserva para las hernias tipo I en quienes predominan síntomas de acidez, siendo los Inhibidores de la Bomba De Protones (IBP) la primera línea terapéutica (1)

El tratamiento expectante también ha sido tema de controversia, en donde Tasoudis et al. (14) identificaron que su uso en pacientes con hernias asintomáticas o sintomáticas muy leves propendía a desarrollar síntomas y complicaciones que necesitaban cirugía emergente en tan solo el 2% de casos por año. De igual manera el estudio enfatiza que, para aquellos quienes no obtienen mejoría con el manejo conservador y el tratamiento farmacológico, la solución recae en la intervención quirúrgica, principalmente porque el tratamiento clínico de la enfermedad por reflujo gastroesofágico no corrige los mecanismos subyacentes responsables, como la debilidad del esfínter esofágico inferior, la acalasia, la ausencia de una válvula gastroesofágica funcional o el mal vaciamiento de una hernia de hiato hacia la dirección distal.

En su estudio Mantilla-Cadena et al. (1) hacen énfasis en ciertas directrices para el tratamiento de hernias de hiato, en donde recomiendan lo siguiente:

1. La intervención quirúrgica para las hernias de hiato tipo I se indica únicamente en casos de enfermedad por reflujo gastroesofágico que no puede resolverse sin cirugía.
2. El manejo expectante es una opción adecuada para pacientes con hernias de hiato asintomáticas o sintomáticas leves.
3. La cirugía electiva para hernias de hiato asintomáticas de tipo II-IV debe evaluarse caso por caso, considerando factores como la edad, las enfermedades concomitantes y el riesgo quirúrgico global.

4. Las presentaciones agudas o subagudas de hernias de hiato pueden ser letales y requieren un tratamiento inmediato a través de la cirugía de emergencia para hernias de hiato. (1).

Dentro del tratamiento quirúrgico, según Coletta et al. (15) la funduplicatura de Nissen es considerada como la intervención fundamental y que se usa con mayor frecuencia para la reparación de la hernia hiatal debido a su naturaleza mínimamente invasiva, sin embargo, existe otra técnica quirúrgica que puede ser comparada con la funduplicatura de Nissen y es la técnica Belsey Mark IV, un abordaje transtorácico y alternativo que rara vez se utiliza en la era mínimamente invasiva actual. En su estudio, se comparó la eficacia de cada una de las técnicas realizadas, en donde se pudo discernir que la funduplicatura de Nissen mostró una mayor resolución de la sintomatología, especialmente la regurgitación y persistencia de pirosis. Por otro lado, la mayor tasa de reoperación se asoció con la técnica BMIV frente a una menor necesidad de reintervención asociada a la funduplicatura de Nissen, lo cual también se demostró en la tasa de complicaciones postoperatorias asociadas, en donde la primera técnica mostró un 14,8% con una diferencia significativa frente al 2,6% que muestra la segunda técnica. Finalmente, otro dato de importancia radica en la recurrencia de la hernia hiatal, en el cual, el porcentaje de 6,9% que conlleva la realización de la técnica transtorácica frente al 11,2% de la funduplicatura de Nissen, muestra que la primera técnica tiene un alto grado de disminución de recidivas, sin embargo, lo que radica en la segunda técnica es la mínima invasión (15).

Dentro de este mismo estudio, resulta importante establecer que cerca del 86% de los pacientes sometidos a BMIV lograron una resolución exitosa de sus síntomas tras la cirugía. Por otra parte, solo dos estudios reportaron recurrencias de hernia después de la funduplicatura de Nissen, con tasas del 11,2%. Por otro lado, únicamente el 7% de los pacientes presentó recurrencia de hernia, de los cuales el 3,5% requirió una nueva intervención quirúrgica. Las tasas de mortalidad temprana y tardía fueron extremadamente bajas. Asimismo, se observó que aproximadamente el 15% de los pacientes del grupo BMIV experimentaron complicaciones posoperatorias, y un 5% presentó dolor crónico posterior a la cirugía (15).

Dentro de las técnicas quirúrgicas de reparación de hernias hiales, según Temirovich et al. (7) en su estudio la funduplicatura de Nissen demuestra ser un procedimiento altamente efectivo para el tratamiento de hernias axiales y esofagitis por reflujo, especialmente cuando se combina con crurorafia laparoscópica, como en el caso del 68,3% de los pacientes analizados. Este enfoque permitió una resolución significativa de los síntomas y una reducción de complicaciones postoperatorias, gracias a una evaluación preoperatoria exhaustiva y el uso de técnicas estandarizadas. Además, en pacientes con esófago de Barrett, identificado en 23 casos mediante protocolos estrictos de vigilancia

endoscópica y biopsias, el procedimiento facilitó un manejo adecuado, incluyendo la detección temprana de cambios patológicos. La técnica también demostró eficacia en casos más complejos de hernias recurrentes o con infracción, donde se utilizó la vía abierta con resultados positivos. La flexibilidad del abordaje quirúrgico permitió adaptarse a las necesidades individuales de los pacientes, consolidando la funduplicatura de Nissen como una solución eficaz y segura para diversas condiciones del hiato esofágico y sus complicaciones asociadas (7).

Dentro de la exploración de factores objetivos que permiten predecir resultados exitosos después de la funduplicatura de Nissen, Coletta et al. (15) mencionan que del total de 152 pacientes con enfermedad por reflujo gastroesofágico sometidos a funduplicatura de Nissen laparoscópica, identificó parámetros objetivos que predicen la resolución de síntomas postoperatorios, como una longitud del esfínter esofágico inferior mayor a 4.05 cm y un índice de masa corporal menor a 23.67 kg/m² se asociaron con una mayor resolución de síntomas típicos (91.9%). El uso de métricas objetivas como estas refuerza la importancia de la evaluación preoperatoria para personalizar el tratamiento y optimizar los resultados quirúrgicos. Estos hallazgos destacan la efectividad de la funduplicatura de Nissen laparoscópica en la recreación de una barrera antirreflujo duradera y sugieren estudios futuros para validar estos predictores en poblaciones más amplias (15).

En términos generales, todo lo anterior radica en que el diagnóstico y tratamiento de las hernias de hiato es complejo y depende de la clasificación y gravedad de la afección. Mientras que el tratamiento conservador se reserva para las hernias tipo I y se basa principalmente en el control sintomático, la cirugía es necesaria cuando los síntomas no mejoran o en casos más graves. La funduplicatura de Nissen laparoscópica se destaca como la intervención quirúrgica más efectiva, mostrando mejores resultados en la resolución de síntomas y menores tasas de reoperación en comparación con la técnica Belsey Mark IV. Además, el uso de parámetros objetivos, como la longitud del esfínter esofágico inferior y el índice de masa corporal, ayuda a predecir los resultados postoperatorios, optimizando así el tratamiento que se brinda a cada uno de los casos de hernias de hiato.

5. Discusión

Con base en los resultados obtenidos se determina que los factores que intervienen de forma directa en la hernia hiatal son complejos, por lo que la identificación oportuna de esta condición determinará la elección del tratamiento más adecuado abordando características anatómicas y clínicas de los pacientes. Como lo destacan varios autores la HH se compone de factores intrínsecos relacionados con el acortamiento esofágico y debilidad del esfínter esofágico, junto con factores extrínsecos como la obesidad y el aumento de la presión intraabdominal situaciones que coexisten para el apareamiento de la clínica sugerente de una hernia hiatal.

El gold estándar para el diagnóstico es la endoscopia digestiva alta debido a que permite la visualización de lesiones a nivel de la mucosa esofágica orientando la necesidad de realizar o no una biopsia ante la sospecha de condiciones más graves. El tratamiento inicial consiste en un manejo conservador a través de la modificación de la dieta y estilo de vida asociado a la prescripción de inhibidores de la bomba de protones sobre todo en hernias Tipo I en donde el reflujo gastroesofágico es el principal motivo de consulta, si bien esta opción se considera el tratamiento de primera línea, hay que considerar que el uso crónico de IBP, se asocia a efectos adversos significativos, como osteoporosis y enfermedad renal crónica, lo que destaca la necesidad de evaluar continuamente su idoneidad como terapia de mantenimiento, por otro lado, la intervención quirúrgica es indicada en pacientes con cuadros refractarios al tratamiento o cuando el defecto anatómico así lo determine.

Es así como la funduplicatura de Nissen es actualmente la técnica de elección para el manejo de hernia hiatal, no obstante, los datos obtenidos revelan una incidencia notable de disfagia (16,8%) y distensión abdominal (19,5%), lo que puede comprometer la calidad de vida de los pacientes. En este contexto, técnicas como la funduplicatura de Tou-pet ofrecen una alternativa válida, reduciendo significativamente estas complicaciones (disfagia 5,0% y distensión abdominal mejorada en el 84%-100% de los casos), como lo demuestran Nikolic et al. (12) si bien la funduplicatura de Nissen mostró mejores resultados en términos de alivio del reflujo, las tasas de disfagia y distensión abdominal postoperatoria son considerablemente más altas en comparación con la técnica de Tou-pet, lo que refleja la necesidad de seleccionar el procedimiento más adecuado basado en el perfil clínico del paciente, considerando factores como la motilidad esofágica y las preferencias individuales.

Según los estudios analizados, la técnica de Nissen logra un alivio completo de los síntomas en aproximadamente el 92,4% de los pacientes diez años después de la intervención. Este dato es crucial, especialmente en pacientes con ERGE refractario al tratamiento médico, dado que las alternativas no quirúrgicas no corrigen el defecto anatómico subyacente. En comparación con otras técnicas quirúrgicas, la funduplicatura de Nissen muestra tasas más bajas de regurgitación postoperatoria y un mejor control de la acidez estomacal, lo que posiciona a la funduplicatura de Nissen como la técnica más efectiva para la eliminación del reflujo gastroesofágico, el síntoma cardinal de la hernia hiatal. El diagnóstico y tratamiento de las hernias de hiato es un proceso complejo que depende de la clasificación y gravedad de la afección, lo cual determina que la conducta clínica a seguir varíe considerablemente entre los pacientes. Dentro de los estudios analizados, se estima que la mayoría de los casos de hernias hiatales se identifican incidentalmente en estudios de imagen dirigidos a otras patologías, en donde, el esofagograma de contraste se considera el método con mayor sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de este tipo de hernias.

En relación con el tratamiento de esta patología, actualmente se ha determinado que puede ser conservador o quirúrgico, dependiendo de la clasificación de la hernia. En general, las hernias tipo I, que son las menos graves y presentan principalmente síntomas de acidez, se manejan con tratamiento conservador basado en el control sintomático. En este caso, los inhibidores de la bomba de protones se consideran la primera línea de tratamiento para estos pacientes, sin embargo, el tratamiento expectante para hernias asintomáticas o sintomáticas leves ha generado controversia, como lo muestran los hallazgos de Tasoudis et al. (14) quienes encontraron que su uso en pacientes con síntomas leves o ausentes podría llevar a complicaciones que requieren cirugía emergente en un pequeño porcentaje. En estos casos, la cirugía se recomienda para aquellos pacientes en los que el tratamiento farmacológico no proporciona una mejora significativa, ya que no corrige los mecanismos subyacentes de la enfermedad por reflujo gastroesofágico, como la debilidad del esfínter esofágico inferior, la acalasia, la ausencia de una válvula gastroesofágica funcional o un mal vaciamiento de la hernia de hiato.

Por otro lado, en pacientes con hernias de hiato de tipo II a IV, que presentan formas más graves de la afección, la cirugía electiva debe evaluarse de manera individualizada, considerando factores como la edad, las comorbilidades y el riesgo quirúrgico global, reservándose la cirugía de emergencia para aquellos pacientes con manifestaciones agudas o subagudas, que son potencialmente mortales y requieren una intervención inmediata para evitar complicaciones graves.

En cuanto a las opciones quirúrgicas, la funduplicatura de Nissen laparoscópica se considera la técnica más eficaz y se utiliza con mayor frecuencia debido a su enfoque mínimamente invasivo. Sin embargo, existen alternativas quirúrgicas como la técnica Belsey Mark IV, un abordaje transtorácico que rara vez se emplea en la práctica clínica moderna. En el estudio de Coletta et al. (15) se compararon ambas técnicas y se encontró que la funduplicatura de Nissen mostró una mayor eficacia en la resolución de la sintomatología, especialmente en lo relacionado con la regurgitación y la persistencia de pirosis, además de presentar una menor tasa de reintervenciones y complicaciones postoperatorias en comparación con la técnica Belsey Mark IV. A pesar de que la técnica transtorácica mostró una tasa de recurrencia de hernia de 6.9%, significativamente menor que el 11.2% asociado a la funduplicatura de Nissen, la menor invasividad de la técnica Nissen la convierte en la opción preferida. En cuanto a la resolución de los síntomas, aproximadamente el 86% de los pacientes sometidos a BMIV experimentaron una mejora exitosa, aunque un 15% presentó complicaciones postoperatorias, y un 5% sufrió dolor crónico. Por su parte, la recurrencia de la hernia tras la funduplicatura de Nissen fue del 7%, con solo un 3.5% de los pacientes requiriendo una nueva intervención.

La funduplicatura de Nissen también ha demostrado ser altamente eficaz cuando se combina con crurorafia laparoscópica, especialmente en pacientes con esófago de Barrett,

lo que permite una resolución significativa de los síntomas y una reducción de complicaciones postoperatorias. Este enfoque ha demostrado ser particularmente útil en el tratamiento de hernias axiales y esofagitis por reflujo, destacando la flexibilidad del procedimiento para adaptarse a las necesidades individuales de los pacientes. Además, la combinación de la funduplicatura con técnicas de vigilancia endoscópica rigurosas ha permitido la detección temprana de cambios patológicos, facilitando el manejo de casos complejos.

En relación con los factores objetivos para predecir los resultados postoperatorios, se proporciona evidencia de que la longitud del esfínter esofágico inferior y el índice de masa corporal son predictores significativos de éxito en la resolución de los síntomas después de la funduplicatura de Nissen. Los pacientes con una longitud del EEI mayor a 4.05 cm y un IMC menor a 23.67 kg/m² tuvieron una tasa de resolución de síntomas típica de 91.9%, lo que subraya la importancia de una evaluación preoperatoria exhaustiva para personalizar el tratamiento y mejorar los resultados quirúrgicos. Es así como, finalmente se determina que el tratamiento de las hernias de hiato debe ser individualizado, con decisiones basadas en la clasificación de la hernia, la gravedad de los síntomas y la respuesta al tratamiento conservador. La funduplicatura de Nissen laparoscópica sigue siendo la intervención quirúrgica más eficaz, destacándose por ser un procedimiento mínimamente invasivo y bajas tasas de complicaciones. Sin embargo, el uso de parámetros objetivos para predecir el éxito del tratamiento y la personalización de la cirugía según las características del paciente son fundamentales para optimizar los resultados y reducir las tasas de recurrencia y complicaciones postoperatorias.

6. Conclusiones

- Las características de las hernias hiatales como el tipo, tamaño y la presencia de síntomas o complicaciones, determinarán el manejo más adecuado; mientras que las hernias deslizantes suelen tener una buena respuesta al tratamiento conservador, las hernias paraesofágicas y mixtas frecuentemente requieren intervención quirúrgica. La individualización del tratamiento, basada en criterios clínicos y diagnósticos, es fundamental para optimizar los resultados a largo plazo y mejorar la calidad de vida de los pacientes.
- La funduplicatura de Nissen es considerada la técnica quirúrgica de elección en los casos en los que el tratamiento farmacológico resulta insuficiente, este procedimiento realizado por medio de un abordaje laparoscópico supone ventajas superiores en lo concerniente al alivio de la ERGE y la prevención de complicaciones asociadas, como la esofagitis crónica, esófago de Barrett o adenocarcinoma esofágico. En particular la funduplicatura de Nissen alcanza altas tasas de éxito con relación al alivio completo de los síntomas además de que permite corregir el defecto anatómico subyacente, sin embargo, las limitaciones

que se asocian a este procedimiento se relacionan con la persistencia de disfagia y distensión abdominal, lo que obliga al equipo quirúrgico y clínico la realización de una valoración exhaustiva e individualizada de cada paciente priorizando aspectos como la motilidad esofágica permitiendo así la selección de la técnica más adecuada para maximizar los resultados, minimizar las complicaciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes con hernia hiatal.

- El diagnóstico y tratamiento de las hernias de hiato requieren un enfoque personalizado que tenga en cuenta la clasificación y gravedad de la afección, así como la respuesta al tratamiento conservador. Las hernias tipo I, menos graves, se manejan generalmente con tratamiento conservador, aunque la controversia persiste respecto a la efectividad del enfoque expectante en casos de síntomas leves o ausentes. Por otro lado, las hernias más graves (tipos II a IV) requieren una evaluación cuidadosa para determinar la necesidad de cirugía, que debe ser considerada de forma individualizada según factores como la edad y las comorbilidades. En cuanto al tratamiento quirúrgico, la funduplicatura de Nissen laparoscópica se destaca como la opción más eficaz y menos invasiva, aunque el éxito del tratamiento depende de factores objetivos como la longitud del esfínter esofágico inferior y el índice de masa corporal. La combinación de técnicas quirúrgicas con vigilancia endoscópica rigurosa mejora los resultados y reduce las complicaciones, subrayando la importancia de un enfoque integral y adaptado a las necesidades de cada paciente.

7. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

8. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

10. Referencias Bibliográficas

1. Mantilla-Cadena EN, Montenegro-García ED, Morales-Silva BL, Navarrete-Acuña SP. Diagnóstico y tratamiento de las Hernias Hiato, Artículo de revisión. Dominio de las Ciencias [Internet]. 2022 [citado 22 de marzo de 2025]; 8(2): 370-386. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2650>

2. Musbahi A, Mahawar K. Hernia hiatal. British Journal of Surgery [Internet]. 2023 [cited 2025 March 22]; 110(4): 401–402. Available from: <https://doi.org/10.1093/bjs/znac449>
3. Daly S, Kumar SS, Collings AT, Hanna NM, Pandya YK, Kurtz J, et al. SAGES guidelines for the surgical treatment of hiatal hernias. Surgical endoscopy [Internet]. 2024 [cited 2025 March 22]; 38(9): 4765–4775. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00464-024-11092-3>
4. Smith RE, Sharma S, Shahjehan RD. Hiatal Hernia. StatPearls Publishing [Internet]. 2024 [cited 2025 March 22]; 6: 465-478. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562200/>
5. Hospital Universitario Vall d’Hebron [Internet]. Hernia Hiatal. [cited 2024 December 14]. Available from: <https://hospital.vallhebron.com/es/asistencia/enfermedades/hernia-hiatal>
6. Hanna NM, Kumar SS, Collings AT, Pandya YK, Kurtz J, Kooragayala K, et al. Management of symptomatic, asymptomatic, and recurrent hiatal hernia: a systematic review and meta-analysis. Surgical Endoscopy [Internet]. 2024 [cited 2025 March 22]; 38(6): 2917–2938. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00464-024-10816-9>
7. Temirovich AM, Keldibaevich AG, Inoyatovich NS, Shonazarovich SI, Ochilovich MF. Features of diagnostics and surgical tactics for Hiatal hernias. International Journal of Health Science [Internet]. 2022 [cited 2025 March 22]; 6(S2): 6029-6034. Available from: <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/6565>
8. Ma L, Luo H, Kou S, Gao Z, Bai D, Qin X, et al. Robotic versus laparoscopic surgery for hiatal hernia repair: a systematic literature review and meta-analysis. Journal of Robotic Surgery [Internet]. 2023 [cited 2025 March 22]; 17(5): 1879-1890. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37247119/>
9. Nasr B, Altamimi A, Altohari B, Obad A, Ali G, Alaidaroos A, et al. Laparoscopic hiatal hernia repair: short-term results from Yemen in a resource-limited setting. Cureus [Internet]. 2025 [cited 2025 March 22]; 17(1): e78010. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11862865/>
10. Viteri-Tigse KF, Andrade-Salinas RP. Esofagitis crónica en paciente con hernia hiatal recidivante de 10 años de evolución: a propósito de un caso. Polo del Conocimiento [Internet]. 2022 [citado el 22 de marzo de 2025]; 7(4): 29-37.

Disponible en:

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3883>

11. Sterbling HM, Fernando HC. Laparoscopic anti-reflux operation: fundoplication vs. Linx—techniques and outcomes. *Shanghai Chest* [Internet]. 2021 [cited 2024 December 14]; 5. Available from: <https://shc.amegroups.org/article/view/5991>
12. Nikolic M, Schwameis K, Semmler G, Asari R, Semmler L, Steindl A, et al. Persistent dysphagia is a rare problem after laparoscopic Nissen fundoplication. *Surgical Endoscopy* [Internet]. 2022 [cited 2025 March 22]; 33(4): 1196–1205. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6396-5>
13. Lee Y, Tahir U, Tessier L, Yang K, Hassan T, Dang J, et al. Long-term outcomes following Dor, Toupet, and Nissen fundoplication: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *Surgical Endoscopy* [Internet]. 2023 [cited 2025 March 22]; 37(7): 5052–5064. Available from: <https://europepmc.org/article/MED/37308760>
14. Tasoudis P, Vitkos EN, Haithcock B, Long JM. Transthoracic fundoplication using the Belsey Mark IV technique versus Nissen fundoplication: a systematic review and meta-analysis. *Surgical Endoscopy* [Internet]. 2023 [cited 2025 March 22]; 37: 4123–4130. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Transthoracic-fundoplication-using-the-Belsey-Mark-Tasoudis-Vitkos/31203eefb56308d4cad052bed20b657f7075cdf9>
15. Coletta D, Del Basso C, Ossola P, De Padua C, Giuliani G. Comparison between robotic Nissen, Toupet and Dor fundoplication: results. *Laparoscopic Surgery* [Internet]. 2021 [cited 2025 March 22]; 5. Available from: <https://ls.amegroups.org/article/view/6029/html>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Evaluación de la “lipocalina asociada a la gelatinasa de neutrófilos” como biomarcador temprano de daño renal en pacientes diabéticos

Evaluation of “Neutrophil gelatinase-associated lipocalin” as an early biomarker of kidney damage in diabetic patients

- ¹ Andrea Michelle Ricachi Guevara  <https://orcid.org/0009-0001-2260-2972>
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.
Estudiante Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico
aricachi5924@uta.edu.ec
- ² Ana Verónica De la Torre Fiallos  <https://orcid.org/0000-0002-8668-1518>
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.
anavdelatorre@uta.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 19/03/2025

Revisado: 16/04/2025

Aceptado: 13/05/2025

Publicado: 23/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3466>

Cítese: Ricachi Guevara, A. M., & De la Torre Fiallos, A. V. (2025). Evaluación de la “lipocalina asociada a la gelatinasa de neutrófilos” como biomarcador temprano de daño renal en pacientes diabéticos. *Anatomía Digital*, 8(2.2), 75-92. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3466>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

insuficiencia renal,
insuficiencia renal
aguda,
biomarcadores
biológicos,
lipocalina-2,
diagnóstico clínico.

Resumen

Introducción: NGAL es un biomarcador temprano para detectar daño renal tubular e insuficiencia renal precoz en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 ya que su concentración sérica se eleva a las 2h del daño y precede 24h al incremento de la concentración sérica de creatinina, superando biomarcadores tradicionales como creatinina, microalbuminuria, albuminuria cistatina C y KIM-1, en sensibilidad (90 - 95%) y especificidad (90 – 95%). **Objetivos:** Analizar si la combinación de NGAL y otros biomarcadores (como KIM-1, microalbuminuria, cistatina C, etc.) mejora la precisión diagnóstica para la detección de daño tubular en pacientes con enfermedad glomerular. **Metodología:** Se realiza una revisión bibliográfica de tipo documental, con un enfoque descriptivo, no experimental y analítico mediante la utilización de criterios de inclusión y exclusión para aplicarlo a la metodología PRISMA. **Resultados:** NGAL es un biomarcador altamente sensible (90-95%) y específico (90-95%) para detectar insuficiencia renal en etapas tempranas incluso antes que biomarcadores tradicionales ya que se eleva entre las 2 y 6 horas tras de daño renal, muy útil en pacientes que presentan diabetes mellitus tipo II por su tendencia a desarrollar nefropatía diabética y aunque su costo es mayor su valor predictivo y preventivo lo justifica pudiendo medirse en distintas muestras como orina, suero, plasma e incluso líquido cefalorraquídeo. **Conclusiones:** Estudios muestran que los niveles altos de NGAL en orina y suero están asociados a un mayor riesgo de progresión de enfermedad renal crónica, inhibir esta proteína podría ser riesgoso ya que también tiene funciones protectoras en etapas tempranas del daño renal. NGAL es un biomarcador temprano y confiable presentando una alta sensibilidad y especificidad, pudiendo detectar daño renal incluso antes que biomarcadores tradicionales y útil en situaciones urgentes. El uso combinado de NGAL con otros marcadores como KIM-1, microalbuminuria y cistatina C mejora la detección de daño renal especialmente en enfermedad glomerular sin embargo NGAL destaca en la evaluación del daño tubular. **Área de estudio general:** Laboratorio Clínico. **Área de estudio específica:** Uroanálisis. **Tipo de artículo:** Revisión bibliográfica sistemática.

Keywords:

Kidney failure, renal insufficiency, biological markers, lipocalin-2, clinical diagnosis.

Abstract

Introduction: NGAL is an early biomarker to detect tubular kidney damage and early renal failure in patients with type 2 diabetes mellitus since its serum concentration rises 2h after the damage and precedes the increase in serum creatinine concentration by 24 hours, surpassing traditional biomarkers such as creatinine, microalbuminuria, albuminuria, cystatin C and KIM-1. in sensitivity (90 - 95%) and specificity (90 - 95%). **Objectives:** To analyze whether the combination of NGAL and other biomarkers (such as KIM-1, microalbuminuria, cystatin C, etc.) improves diagnostic accuracy for the detection of tubular damage in patients with glomerular disease. **Methodology:** A documentary literature review is conducted, with a descriptive, non-experimental, and analytical approach using inclusion and exclusion criteria to apply it to the PRISMA methodology. **Results:** NGAL is a highly sensitive (90-95%) and specific (90-95%) biomarker to detect renal failure in early stages even before traditional biomarkers since it rises between 2 and 6 hours after kidney damage, very useful in patients who have type II diabetes mellitus due to their tendency to develop diabetic nephropathy and although its cost is higher, its predictive and preventive value justifies it and can be measured in different samples such as urine, serum, plasma and even cerebrospinal fluid. **Studies** show that elevated levels of NGAL in urine and serum are associated with an increased risk of progression of chronic kidney disease, inhibiting this protein could be risky as it also has protective functions in initial stages of kidney damage. NGAL is an early and reliable biomarker with high sensitivity and specificity, being able to detect kidney damage even earlier than traditional biomarkers and useful in urgent situations. The combined use of NGAL with other markers such as KIM-1, microalbuminuria and cystatin C improves the detection of kidney damage, especially in glomerular disease, however, NGAL stands out in the evaluation of tubular damage. **General study area:** Clinical Laboratory. **Specific area of study:** Uroanalysis. **Type of article:** Systematic bibliographic review.

1. Introducción

La diabetes es una enfermedad crónica y compleja que va en ascenso, en la cual el cuerpo no puede regular correctamente los niveles altos de glucosa en sangre, causando complicaciones graves como enfermedades cardíacas, daño renal, daño en los nervios, vasculatura y ceguera (1). De esta manera la diabetes debe ser controlada a tiempo para evitar problemas de salud a largo plazo (2). Según la Asociación Americana de la Diabetes (3, 4) se estandarizo pruebas y valores de referencia para poder clasificarlas tanto en prediabetes, diabetes gestacional, diabetes mellitus tipo 1 y diabetes mellitus tipo 2 (3). Siendo este último uno de los trastornos más comunes a nivel mundial en la que más de un 90% de los casos son afecciones causadas por: resistencia a la insulina, una respuesta secretora de insulina compensatoria inadecuada y una secreción deficiente de insulina por parte de las células β (4).

Según el último Atlas de la Federación Internacional de Diabetes (FID, 2025) (5) la progresión de esta enfermedad provoca una alteración en la homeostasis de la glucosa llevando a causar hiperglucemia además que van de la mano con factores como la obesidad, dietas hipercalóricas, estilos de vida sedentarios y el envejecimiento de la población, incluyendo que 1 de cada 9 de la población adulta (20-79 años) vive con diabetes, y más de 4 de cada 10 desconocen que padecen esta afección (5), sin dejar de lado factores de riesgo como la combinación compleja de factores genéticos, ambientales y metabólicos, sin embargo, la incidencia y prevalencia de este tipo de diabetes conlleva a un riesgo de desarrollar insuficiencia renal aguda debido a un mal filtrado glomerular (6, 7). En este contexto, a la insuficiencia renal aguda se la define como una pérdida o disminución de la capacidad de los riñones de filtrar sangre, causando alteraciones en la homeostasis tanto de la función plaquetaria, presión arterial, volemia, equilibrio electrolítico y equilibrio ácido base que, a largo plazo la hiperglucemia persistente y la disfunción renal conducen a evolucionar en nefropatía diabética (8, 9).

La nefropatía diabética es una complicación que afecta a la mitad de los pacientes con diabetes tipo 2, mientras que en la diabetes tipo 1 se ve afectado a más de un tercio de los pacientes (7). Esta afección conlleva a una de las principales causas de enfermedad renal crónica a nivel mundial, se desarrolla a través de una interacción compleja de hiperglucemia crónica, estrés oxidativo e inflamación (8). Sin embargo, esta comienza con un aumento de la filtración glomerular y la aparición periódica de microalbuminuria, la siguiente etapa es una disminución de la TFGe y la aparición constante de microalbuminuria, que aumenta con la duración de la enfermedad. El aumento de la excreción urinaria de proteínas es una señal de deterioro de la función renal y un factor pronóstico de progresión de la enfermedad (9).

En el ascenso de la enfermedad puede ser de horas o en días y su elevación sobre las cifras basales normales de la concentración sérica de creatinina y urea sirven para evaluar un

diagnóstico. Sin embargo, en los últimos años se ha buscado la consolidación de nuevas técnicas de diagnóstico (10). Por lo tanto, la disponibilidad y uso de biomarcadores ha permitido una detección de cambios y evidencia de lesiones tempranas en el riñón, es por ello que, se han investigado el uso de estos, destacando los siguientes NAG (N-Acetilglucosamina), GST (Glutathion-S-Transferasa), IL-18 (Interleucina 18), KIM-1 (Molécula de injuria renal), C-C (Cistatina C), TIMP2-IGFBP7 (Inhibidor tisular de metaloproteínasa-2 proteína de unión al factor de crecimiento similar a la insulina 7) y NGAL (Lipocalina asociada a la gelatinasa de neutrófilos) (9, 10).

La NGAL es una pequeña proteína de 178 aminoácidos que pertenece a la superfamilia de las lipocalinas, que consta de 20 proteínas. Estas proteínas comparten una estructura que forma un cáliz que se une y transporta una serie de proteínas de bajo peso molecular que definen la actividad biológica de cada lipocalina (11). Encontrándose en niveles muy bajos en diferentes tejidos, como el riñón, la tráquea, los pulmones, el estómago, o el colon, y su expresión aumenta marcadamente en la inflamación. Por tanto, constituye un biomarcador de activación leucocitaria sistémica, también es considerado un reactante de fase aguda. La expresión de NGAL en el epitelio tubular distal aumenta, particularmente en la rama ascendente del asa de Henle y en el túbulo colector. La concentración urinaria de NGAL aumenta en condiciones de daño tubular, tanto por una menor reabsorción como por una mayor liberación a la luz tubular, indicando daño tubular tanto proximal como distal (12).

Se considera a este biomarcador como un predictor precoz de daño renal, ya que su concentración sérica se eleva a las 2h del daño y precede 24h al incremento de la concentración sérica de creatinina, es por ello que la presente revisión tiene por objetivo evaluar, explorar y determinar la eficacia de NGAL, como biomarcador de daño renal temprano frente a otros biomarcadores destacando su capacidad de identificación en personas que, por su condición diabética, buscan el desarrollo de estrategias de diagnóstico más eficaces y oportunas.

2. Metodología

El presente estudio se desarrolla bajo la modalidad documental con el fin de recopilar la información necesaria y realizar el análisis comparativo, de acuerdo con la naturaleza de sus fuentes de datos enfocada en un análisis de NGAL e insuficiencia renal temprana en pacientes que presentan diabetes mellitus tipo II. Además, se fundamenta en un enfoque descriptivo, no experimental y analítico para el procesamiento e interpretación de la información. Posterior a ello se seleccionó la información de acuerdo con criterios de inclusión y exclusión, utilizando un método Prisma.

2.1. Criterios de inclusión

Se va a utilizar estudios de revisión y artículos originales que evalúen a NGAL (en orina, suero o plasma) como biomarcador en pacientes con riesgo o diagnóstico de daño renal agudo (DRA) o lesión renal aguda (LRA). Artículos que utilicen los criterios RIFLE, AKIN o KDIGO para definir y clasificar la gravedad del DRA o LRA. Adicional se incluirán publicaciones a partir del año 2020. Sin embargo, se considerarán artículos anteriores si aportan información relevante.

2.2. Criterios de exclusión

Artículos de opinión, cartas al editor, resúmenes de congresos y estudios de caso aislados.

2.3. Base de datos

Este estudio corresponde a una revisión bibliográfica en la cual se incluirán datos relevantes obtenidos en bases de datos como PubMed, Scopus, BVS, Cochrane Library y Revistas Médicas. Se utilizaron palabras claves o DeCS/MeSH relacionadas con el tema, tales como: “*Kidney Failure*” “*Renal Insufficiency*” “*Biological Markers*” “*Lipocalin-2*” “*Diagnosis Clinical*” se buscaron términos combinados y solos.

Se realizó una selección por título y resumen, una vez seleccionados los artículos se realizó una revisión profunda del texto completo. Para la realización del método PRISMA se utilizó la plantilla de Rayyan para seleccionar los artículos duplicados.

Se presenta la identificación de estudios a través de una búsqueda en distintas bases de datos y registros como se muestra en la **figura 1**.

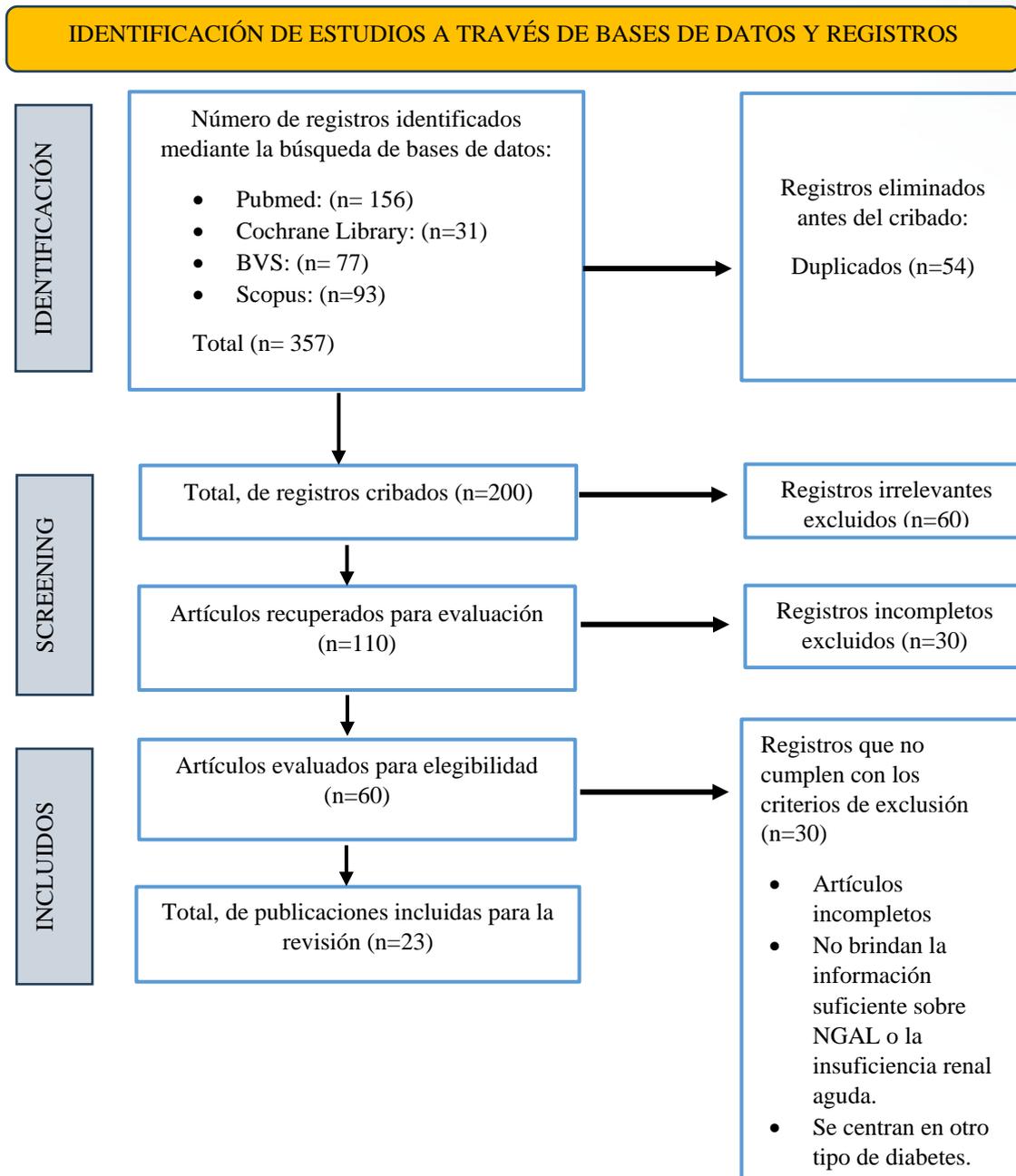


Figura 1. Diagrama de flujo, basado en el método Prisma

3. Resultados

La Lipocalina Asociada a la Gelatinasa de Neutrófilos (NGAL), también conocida como lipocalina-2, es una proteína de 25 kDa perteneciente a la familia de las lipocalinas, un grupo de proteínas que transportan pequeñas moléculas como lípidos, esteroides y metabolitos. Se descubrió inicialmente como una proteína unida a la Gelatinasa de Neutrófilos (MMP-9), de allí su nombre, tiene forma de barril tridimensional con un sitio

de unión denominado cáliz para la adhesión de ligandos confiriendo la capacidad de unirse a una variedad de moléculas hidrofóbicas, permitiéndole así participar en diversos procesos biológicos, como la regulación de las homeostasis de hierro, la respuesta inflamatoria y la protección contra infecciones bacterianas (13).

Se ha demostrado que NGAL se expresa en una amplia gama de tipos celulares y tejidos dentro de los cuales se incluyen adipocitos, células tubulares renales, células epiteliales de vías respiratorias, corazón e hígado sugiriéndola como una proteína importante en la homeostasis y la respuesta a la lesión de distintos órganos y sistemas (14). La expresión de esta proteína da lugar, en respuesta a diversos estímulos como el daño tubular, por lo que, NGAL es secretada hacia el espacio extracelular, es decir, el entorno fuera de la célula donde fue producida como puede ser el lumen tubular renal, intersticio o por el torrente sanguíneo y la orina, en estos fluidos biológicos, NGAL ejerce funciones protectoras y reparadoras, como la modulación de la respuesta inflamatoria y la promoción de la regeneración tubular induciéndola como un biomarcador sensible y precoz de insuficiencia renal aguda (15).

Esta proteína presenta un bajo peso molecular por lo que se filtra fácilmente por el glomérulo, contiene una carga ligeramente negativa o neutra lo que influirá en la interacción con la membrana glomerular, puesto que, está recubierta por proteoglicanos cargados negativamente, además, las moléculas con un peso superior de 69 kDa no se filtran, de modo que, en condiciones normales la mayor parte de NGAL filtrada va a ser reabsorbida por las células del túbulo proximal, esta reabsorción esta mediada por receptores específicos en la membrana apical de las células tubulares que internalizan esta proteína mediante endocitosis, tomando en cuenta que la reabsorción de esta proteína es saturable es decir cuando la reabsorción excede la capacidad de concentración de NGAL esta no se reabsorbe y va ser como parte final en la formación de la orina (15, 16).

En este contexto, esta proteína y dependiendo del tipo de muestra que se tome para su análisis, encontramos los siguientes los valores de referencia; normal, en orina son <50ng/mL mientras que en suero y plasma es de <100 ng/ mL, se considera elevado en orina cuando se encuentra entre 50 – 149 ng/ mL y en suero y plasma >150 ng/ mL y valores muy elevados en orina tanto para suero y plasma con valores superiores a 300 ng/ mL, pues al existir algún tipo de daño la concentración de NGAL en orina y plasma aumenta rápidamente 2–6 horas después de una agresión renal, tomando como referencia el análisis de creatinina sérica ya que su incremento se da entre 24–48 horas (17).

Por lo tanto, se propone a NGAL como biomarcador temprano de daño tubular y de lesión renal aguda incluso antes de que se altere la tasa de filtración glomerular, así como también daños a nivel de las células del túbulo proximal y distal del riñón ya que en respuesta al daño en el riñón las células del túbulo colector y del asa de Henle aumentan la expresión de esta proteína convirtiéndola en un biomarcador dual reflejando la salida

de NGAL no reabsorbido que proviene del túbulo proximal dañado y creando una secreción activa desde el túbulo distal lesionado (15, 18).

Al hablar de Insuficiencia renal aguda la elevación de NGAL se desencadena por una compleja interacción de factores como la isquemia tubular en la que la hipoperfusión renal, resultante de la disminución del flujo sanguíneo o la oclusión vascular, dando como origen un estrés oxidativo mitocondrial en las células tubulares, lo que activa la vía de señalización NF- κ B y la consiguiente liberación de NGAL como parte de un programa de respuesta reparadora. Esta vía de señalización es un complejo proteico que se encarga de regular genes que se expresan en respuesta a inmunidad e inflamación y que en condiciones normales permanece inactivo y está unido a inhibidores (IkB) pero cuando existen estímulos como estrés oxidativo, daños o infecciones estas reaccionan mediante la activación de estos inhibidores que serán trasladados al núcleo crucial en respuestas inmunitarias y también la exposición a fármacos nefrotóxicos o productos endógenos como mioglobina lo puede dañar (18).

NGAL una vez liberada al torrente sanguíneo y a la orina este va a ejercer diversos efectos protectores y reparadores para el riñón incluida la proliferación y diferenciación de las células tubulares, la modulación de la respuesta inflamatoria y la prevención de la apoptosis celular. Sin embargo, en situaciones de daño renal grave y prolongado, la sobreexpresión de NGAL puede contribuir a la fibrosis y al deterioro progresivo de la función renal (19).

El buen funcionamiento o no a nivel renal se encuentra relacionado en aquellas personas diagnosticadas con Diabetes, sobre todo en aquellas que al tener esta patología no controlan sus hábitos alimenticios, es importante indicar que NGAL se podría utilizar como un biomarcador dentro de la clínica (19). La diabetes se caracteriza por presentar estados de hiperglucemia prolongada, esto conlleva problemas vasculares, como es la Nefropatía Diabética (ND) considerada como una complicación crónica microvascular, aproximadamente, el 40% de pacientes con diabetes mellitus tipo II (DM2) desarrollan nefropatía diabética, la cual, es la principal causa de la enfermedad renal crónica terminal. Por ello, la aplicación de marcadores tempranos de daño renal como la NGAL es fundamental (15).

Al hablar de la nefropatía diabética decimos que la fisiopatología de esta enfermedad se ha descrito por diferentes mecanismos fisiopatológicos que se relacionan con el daño renal causado por la hiperglicemia mantenida y severa (20). En pacientes con diabetes mellitus tipo II (DM2), la hiperglucemia crónica y la resistencia a la insulina generan un ambiente propicio para la disfunción tubular y el desarrollo de Nefropatía Diabética (ND) a través de múltiples mecanismos como la activación de la vía de señalización JAK/STAT, la cual por causa del estrés oxidativo que provoca una inflamación crónica va a activar ésta vía en la cual JAK es una tirosina quinasa que al momento de activarse

va a fosforilar proteínas STAT, es por ello que STAT (*Signal Transducer and Activator of Transcription*) por sus siglas en inglés se trasloca al núcleo y regula la expresión de genes por lo tanto esta vía de señalización va a aumentar la expresión de citocinas proinflamatorias, factores de crecimiento como TGF- β y otras moléculas que inducen fibrosis y la progresión de nefropatía diabética principalmente, también incrementa la transcripción del gen NGAL y promueve la inflamación y el daño tubular y la activación del Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona (SRAA) que induce vasoconstricción, retención de sodio y liberación de aldosterona, lo que contribuye a la hipertensión intraglomerular y al daño de los podocitos, las células especializadas que forman la barrera de filtración glomerular (18, 21).

Estos mecanismos explican por qué los niveles urinarios elevados de NGAL (≥ 150 ng/mL) pueden predecir el desarrollo de Nefropatía Diabética (ND) hasta 18 meses antes de la aparición de microalbuminuria, un marcador tradicionalmente utilizado para el diagnóstico de la enfermedad renal diabética. En la nefropatía diabética se ha observado una correlación positiva entre los niveles de NGAL y la gravedad de la hipertrofia glomerular, la disfunción podocitaria y el grado de proteinuria presente (21).

Dentro de las pruebas de rutina que se realiza en un laboratorio para el análisis de daño renal se toma en cuenta a creatinina sérica y la albumina en orina, tomando en cuenta su utilidad para la detección temprana de insuficiencia renal temprana en pacientes con DM2 es limitada (19). La creatinina sérica, al depender de la masa muscular y la tasa de filtración glomerular, Puede no reflejar cambios relevantes en la función renal. La albuminuria, por su parte, suele manifestarse en estadios más avanzados de la ND, lo que dificulta la implementación de intervenciones preventivas tempranas. Por lo tanto, una prueba innovadora es NGAL como un biomarcador superior debido a su capacidad para detectar el daño tubular en etapas más tempranas (21).

Estudios han demostrado que los niveles de NGAL se elevan significativamente en respuesta a la lesión renal, incluso antes de que se produzcan cambios detectables en la creatinina sérica o la albuminuria (18). Además, NGAL ha demostrado ser un predictor independiente del riesgo de progresión de la ND en pacientes con DM2. Así mismo otras pruebas que se incluyen en el estudio para daño renal, tenemos a Cistatina C la cual mide los niveles de proteína en sangre ya que es producida de forma constante por las células nucleadas y filtrada completamente por el glomérulo, su concentración en sangre se va a ver elevada cuando hay una disminución en la tasa de filtración glomerular (22). La molécula de lesión renal-1 (KIM-1), por el contrario, es un biomarcador altamente sensible y específico de lesión tubular renal medido en orina, este se expresa en niveles muy bajos en riñones sanos, pero su expresión aumenta en las células epiteliales del tubulo proximal en presencia a lesiones, por lo tanto, NGAL presenta ventajas significativas en términos de disponibilidad, y facilidad de medición. Si bien, la cistatina

C ha demostrado ser un marcador sensible de la TFG, su utilidad para la detección temprana de la IRA puede verse limitada por su reabsorción tubular. KIM-1, por su parte, es un marcador específico de daño tubular, pero su medición puede ser más compleja que la de NGAL (18).

La cuantificación de NGAL se puede realizar utilizando diversas metodologías analíticas, cada una con sus propias ventajas y limitaciones como se muestra en la **tabla 1**.

Tabla 1: Metodologías para la determinación de NGAL

Método	Muestra	Sensibilidad	Especificidad	Tiempo
ELISA	Orina	92 %	88 %	4 horas
Inmunocromatografía	Suero	85 %	82 %	15 minutos
PCR cuantitativa	Tejido	95 %	90 %	6 horas

La metodología ELISA utiliza anticuerpos específicos unidos a enzimas para detectar NGAL en suero u orina. Tras fijar los anticuerpos en una placa, la muestra se incuba, permitiendo la unión antígeno-anticuerpo. Un segundo anticuerpo enzimático revela la presencia de NGAL mediante un cambio de color medido por espectrofotometría (20).

Mientras que la Inmunocromatografía se basa en tiras reactivas con anticuerpos marcados detecta NGAL en 15 minutos mediante flujo lateral. La muestra (orina/suero) migra por la tira, generando una señal visible al unirse a NGAL. Aunque rápida y útil en urgencias, su sensibilidad (85%) y especificidad (82%) son menores comparadas con ELISA, limitando su uso a tamizajes iniciales. Finalmente, la PCR cuantitativa amplifica el ARN del gen *LCN2* (que codifica NGAL) en tejido renal o células tubulares de orina. Tras extraer ARN y convertirlo en ADNc, se cuantifica con sondas fluorescentes (20, 22). Es altamente sensible (95%) y específica (90%), pero requiere biopsias o muestras complejas, siendo principalmente útil en investigación o para diferenciar etiologías del daño renal (22).

En la cual podemos mencionar que los puntos de corte óptimos para el diagnóstico de insuficiencia renal temprana y la predicción a una nefropatía diabética en pacientes con diabetes mellitus tipo II son; en orina ≥ 150 ng/mL (AUC 0.89 para IRA) y en suero y plasma ≥ 180 ng/mL (AUC 0.82 para progresión a ERC). Por lo cual cabe mencionar que Los inmunoensayos rápidos en orina han surgido como una técnica preferida debido a su relación costo-efectividad, su facilidad de uso y su buena correlación con los hallazgos histopatológicos en biopsias renales (23).

Por consiguiente, se demostrará la eficacia de este biomarcador frente a otros como se muestra en la **tabla 2**.

Tabla 2: Cuadro de resultados de determinación de NGAL en comparación con otros biomarcadores en pacientes que presentan diabetes mellitus tipo II

Biomarcador	Sensibilidad	Especificidad	Costo	Resultado
Microalbuminuria	70 – 80 %	60 – 70 %	5 a 10 dólares	Detecta daño glomerular inicial, útil en diabetes.
Creatinina sérica	40 – 50 %	85 – 90 %	2 a 5 dólares	Tarda en elevarse, no es sensible a cambios tempranos. Afectada por masa muscular.
Albuminuria	60 – 75 %	65 – 80 %	10 a 15 dólares	Similar a microalbuminuria, detecta daño glomerular más que tubular.
Cistatina C	80 – 90 %	80 – 85 %	20 a 30 dólares	Filtrada libremente, pero reabsorbida tubularmente, lo que limita su sensibilidad para daño tubular específico.
KIM-1	85 – 90 %	85 – 90 %	50 a 60 dólares	Biomarcador específico para lesión tubular. Útil en daño agudo. Menos disponible.
NGAL	90 – 95 %	90 – 95 %	50 a 70 dólares	Elevación precoz (2–6 horas). Detecta daño tubular agudo incluso antes de alteración del FG. Muy sensible y específico.

Finalmente, decimos que NGAL es uno de los biomarcadores más sensibles y específicos para la detección temprana de insuficiencia renal aguda mucho antes que la creatinina sérica o microalbuminuria ya que aumenta rápidamente es decir en 2 – 6 horas tras el daño renal mientras que otros tardan en aparecer, es útil en pacientes que presentan Diabetes mellitus tipo II donde el daño se puede considerar subclínico y aun que el costo es más alto en comparación con otros biomarcadores su valor predictivo y preventivo lo compensa al permitir un daño temprano por ende una intervención precoz además de ser útil en orina, suero y plasma e incluso en líquido cefalorraquídeo (23).

4. Discusión

Como ha sugerido Romejko (13) la Lipocalina Asociada a la Gelatinasa de Neutrófilos (NGAL), también conocida como lipocalina-2, secretada principalmente por neutrófilos activados, aunque también se expresa en diversos tejidos como riñón, hígado, pulmón y corazón. Esta molécula posee un rol importante en el transporte de hierro y en la respuesta

inflamatoria, y se ha identificado como un biomarcador sensible y temprano de lesión tubular renal, incluso antes de que se produzca una caída significativa en la Tasa de Filtración Glomerular (TFG).

Al hablar de Insuficiencia Renal Aguda (IRA), NGAL ha demostrado ser un marcador precoz, particularmente en pacientes con diabetes tipo 2, donde la hiperglucemia crónica y la resistencia a la insulina generan un ambiente proinflamatorio y prooxidante que daña las células epiteliales del túbulo proximal. Esto activa las vías como la de JAK/STAT lo cual lleva a daño celular, fibrosis y progresión a nefropatía diabética menciona Romejko (13).

En su estudio Coppolino (14) evaluó a pacientes con enfermedades glomerulares, demostrando que niveles elevados de NGAL urinaria predijeron de manera significativa la progresión del daño renal. Aunque su población no fue exclusivamente diabética, los resultados respaldan el valor pronóstico de NGAL como herramienta para monitorear el deterioro renal progresivo, especialmente en enfermedades crónicas con afectación glomerular como la DM2.

Por su parte Chakraborty y colaboradores (16) analizaron diversos biomarcadores urinarios en pacientes con DM2 sin hipertensión, encontrando que los niveles de NGAL estaban significativamente elevados en los pacientes con nefropatía diabética comparado con los controles. Este hallazgo resalta la utilidad diagnóstica de NGAL incluso en etapas tempranas de daño renal, donde aún no hay alteraciones en marcadores clásicos como la creatinina sérica o la albuminuria.

En un enfoque más teórico Lombi (15) propuso revisar la evidencia disponible sobre biomarcadores de daño renal agudo, concluyendo que NGAL tiene una ventaja significativa sobre otros biomarcadores tradicionales como la creatinina o la microalbuminuria por su rápida elevación post-lesión, su independencia de variables como masa muscular o edad, y su sensibilidad en fases subclínicas del daño renal. Sin embargo, también destacaron la necesidad de estandarizar los métodos de medición y establecer valores de referencia bien definidos.

Finalmente estudios realizados por Romejko (13) ofrecen una revisión completa sobre NGAL, destacando sus formas moleculares (monómero, dímero y complejo NGAL/MMP-9), sus receptores celulares (megalina y 24p3R), y su participación en procesos de inflamación, fibrosis y progresión de enfermedad renal. En esta revisión también se menciona que NGAL puede medirse tanto en orina como en suero, siendo la forma urinaria más útil para evaluar daño tubular agudo, mientras que la forma sérica puede reflejar procesos inflamatorios sistémicos.

En conjunto, estos estudios coinciden en que NGAL es un biomarcador sensible y específico para la detección temprana de daño renal en pacientes con DM2, superando en varios aspectos a los marcadores tradicionales como la creatinina sérica, la albuminuria, la cistatina C y microalbuminuria y KIM-1. La implementación de NGAL en la práctica clínica podría permitir una intervención oportuna para prevenir la progresión de la nefropatía diabética a insuficiencia renal terminal.

5. Conclusiones

- Los estudios revisados demuestran que niveles elevados de NGAL en orina y suero se correlacionan con un mayor riesgo de progresión de enfermedad renal crónica (ERC) y eventos adversos (mortalidad, diálisis). Sin embargo, inhibir NGAL como estrategia terapéutica requiere precaución, ya que NGAL también ejerce funciones protectoras (unión de hierro, reducción de estrés oxidativo) en fases tempranas del daño renal. Estudios experimentales sugieren que la modulación de NGAL, más que su inhibición directa, podría ser clave para retrasar la fibrosis tubular.
- La evidencia actual respalda que NGAL en orina y suero es un biomarcador temprano de lesión renal aguda (LRA) en diabéticos, con sensibilidad del 82-96% y especificidad del 81-89% para predecir nefropatía diabética (ND). En LRA inducida por contraste, un NGAL sérico ≥ 179 ng/mL a las 6 horas post-exposición predice eventos adversos a un año. En diabéticos, el aumento de NGAL urinario precede a la microalbuminuria en 18 meses. La medición mediante inmunoensayos rápidos (15-20 minutos) facilita su uso en urgencias y seguimiento ambulatorio.
- La combinación de NGAL con KIM-1, microalbuminuria y cistatina C mejora la detección de daño tubular en enfermedad glomerular. En pacientes con ERC, NGAL mostró una correlación moderada con la progresión, superando a KIM-1 y NAG. En nefropatía diabética, la adición de NGAL a la microalbuminuria aumenta el área bajo la curva (AUC) de 0.75 a 0.91, reduciendo falsos negativos. Sin embargo, en daño glomerular puro, la cistatina C sigue siendo superior para estimar la TFG, mientras NGAL aporta información sobre daño tubular concomitante.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencia Bibliográfica

1. Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, et al. Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2020 [cited 2025 April 20]; 21(17): 1–34. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
2. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Introduction and methodology: standards of care in diabetes—2025. *Diabetes Care* [Internet]. 2025 [cited 2025 April 20]; 48(Supplement_1): S1–S5. Available from: <https://doi.org/10.2337/dc25-SINT>
3. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 2. Diagnosis and classification of diabetes: standards of care in diabetes—2025. *Diabetes Care* [Internet]. 2025 [cited 2025 April 20]; 48(Supplement_1): S27–S49. Available from: <https://doi.org/10.2337/dc25-S002>
4. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 3. Prevention or delay of diabetes and associated comorbidities: standards of care in diabetes—2025. *Diabetes Care* [Internet]. 2025 [cited 2025 April 20]; 48(Supplement_1): S50–S58. Available from: <https://doi.org/10.2337/dc25-S003>
5. Federación Internacional de Diabetes (FID) [Internet]. Atlas de la Diabetes. 2024 [citado 20 de abril de 2025]. Disponible en: <https://diabetesatlas.org/es/>
6. Młynarska E, Buławska D, Czarnik W, Hajdys J, Majchrowicz G, Prusinowski F, et al. Novel insights into diabetic kidney disease. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 20]; 24(18): 10222. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms251810222>
7. Rico Fontalvo J, Vázquez Jiménez LC, Rodríguez Yáñez T, Daza Arnedo R, Raad Sarabia M, Montejo Hernández JD, et al. Enfermedad renal diabética: puesta al día. *Anales de la Facultad de Ciencias Médicas (Asunción)* [Internet]. 2022 [citado 20 abril 2025]; 55(3), 86–98. Disponible en: <https://doi.org/10.18004/anales/2022.055.03.86>
8. De'Marziani G, Soler Pujol G, Obregón LM, Morales EM, Gonzalez CD, Gonzalez Paganti, L., et al. Glycaemic changes in patients with chronic kidney disease. *Nefrología* [Internet]. 2016 [cited 2025 April 20]; 36(2): 133–140. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2015.10.011>

9. Abarca Rozas B, Mestas Rodríguez M, Widerström Isea J, Lobos Pareja B, Vargas Urrea J. A current view on the early diagnosis and treatment of acute kidney failure. *Medwave* [Internet]. 2020 [cited 2025 April 20]; 20(5): e7928. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32544152/>
10. Bansal A, Nigoskar S, Thalquotra M. Comparison of BTP, NGAL, KIM-1, & ADMA biomarkers in CKD and non-CKD subjects. *International Journal Biochemistry Molecular Biology* [Internet]. 2023 [cited 2025 April 20]; 14(3): 32-39. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10349297/>
11. Basturk T, Sari O, Koc Y, Eren N, Isleem M, Kara E, et al. Prognostic significance of NGAL in early stage chronic kidney disease. *Minerva Urologica e Nefrologica* [Internet]. 2017 [cited 2025 April 20]; 69(3): 307–312. Available from: <https://doi.org/10.23736/S0393-2249.16.02770-3>
12. Gupta B, Tiwari P, Subramanian A, Mahajan S, Kalaivani M, Bindra A, et al. Evaluation of plasma and urine neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL) as an early diagnostic marker of acute kidney injury (AKI) in critically ill trauma patients. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology* [Internet]. 2023 [cited 2025 April 20]; 39(2): 292–301. Available from: https://doi.org/10.4103/joacp.joacp_284_21
13. Romejko K, Markowska M, Niemczyk S. The Review of Current Knowledge on Neutrophil Gelatinase-Associated Lipocalin (NGAL). *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2023 [cited 2025 April 20]; 24(13): 10470. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms241310470>
14. Coppolino G, Comi N, Bolignano D, Patella G, Comi A, Provenzano M, et al. Urinary Neutrophil Gelatinase-Associated Lipocalin (NGAL) predicts renal function decline in patients with glomerular diseases. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* [Internet]. 2020 [cited 2025 April 20]; 8. Available from: <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00336>
15. Lombi F, Muryan A, Canzonieri R, Trimarchi H. Biomarkers in acute kidney injury: Evidence or paradigm? *Nefrologia* [Internet]. 2016 [cited 2025 April 20]; 36(4): 333-464. Available from: <https://revistanefrologia.com/en-biomarkers-in-acute-kidney-injury-articulo-S2013251416300931>
16. Chakraborty S, Varghese SM, Gabhale S, Shah A, Shashank C, Thakkar S. Estimation of the various urinary biomarkers among the non-hypertensive type 2 diabetic patients with nephropathy. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 20]; 16(suppl 1): S286–S289. Available from: https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_494_23

17. Lee SA, Noel S, Kurzhagen JT, Sadasivam M, Pierorazio PM, Arend LJ, et al. CD4+ T Cell–Derived NGAL Modifies the Outcome of Ischemic Acute Kidney Injury. *The Journal of Immunology* [Internet]. 2020 [cited 2025 April 20]; 204(3):586–595. Available from: <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1900677>
18. Stoll E, Monedero P, Martín-Moreno PL, García-Fernández N. Biomarkers of oxidative stress and inflammation in contrast-associated acute kidney injury. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* [Internet]. 2024 [citado 20 abril 2025]; 47(2): e1081. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39104332/>
19. Whitehead SJ, Chadwick K, Ford C, Giri R, Luckraz H, Gama R. Comparative Evaluation of Two NGAL automated immunoassays in urine and plasma. *Journal of Applied Laboratory Medicine* [Internet]. 2022 [cited 2205 April 20]; 7(3): 747–761. Available from: <https://doi.org/10.1093/jalm/jfab167>
20. Tang XY, Zhou JB, Luo FQ, Han YP, Zhao W, Diao ZL, et al. Urine NGAL as an early biomarker for diabetic kidney disease: accumulated evidence from observational studies. *Renal Failure* [Internet]. 2019 [cited 2025 April 20]; 41(1): 446–454. Available from: <https://doi.org/10.1080/0886022X.2019.1617736>
21. Törnblom S, Nisula S, Petäjä L, Vaara ST, Haapio M, Pesonen E, et al. Urine NGAL as a biomarker for septic AKI: a critical appraisal of clinical utility—data from the observational FINNAKI study. *Annals of Intensive Care* [Internet]. 2020 [cited 2205 April 20]; 10(51). Available from: <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00667-7>
22. Swolinsky JS, Hinz RM, Markus CE, Singer E, Bachmann F, Halleck F, et al. Plasma NGAL levels in stable kidney transplant recipients and the risk of allograft loss. *Nephrology Dialysis Transplantation* [Internet]. 2024 [cited 2025 April 20]; 39(3): 483–495. Available from: <https://doi.org/10.1093/ndt/gfad226>
23. Tuttle KR, Agarwal R, Alpers CE, Bakris GL, Brosius FC, Kolkhof P, et al. Molecular mechanisms and therapeutic targets for diabetic kidney disease. *Kidney International* [Internet]. 2022 [cited 2025 April 20]; 102(2): 248–260. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.kint.2022.05.012>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



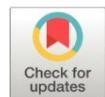
El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Análisis serológico de *Toxocara canis* y *Toxocara cati* por ELISA en niños de una escuela de educación básica de la provincia de Chimborazo

Serological analysis of Toxocara canis and Toxocara cati by ELISA in children from primary school in the province of Chimborazo

- ¹ Laura Kathyryne Hernández León  <https://orcid.org/0000-0002-5210-3680>
Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), Tulcán, Ecuador.
Master Universitario en bioquímica, biología molecular y biomedicina
laura.hernandez@upec.edu.ec
- ² Sandra Noemí Escobar Arrieta  <https://orcid.org/0000-0002-3347-0282>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.
saescobar@espoch.edu.ec
- ³ Verónica Mercedes Cando Brito  <https://orcid.org/0000-0001-9290-8523>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.
veronica.cando@espoch.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 20/03/2025

Revisado: 17/04/2025

Aceptado: 16/05/2025

Publicado: 23/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3467>

Cítese: Hernández León, L. K., Escobar Arrieta, S. N., & Cando Brito, V. M. (2025). Análisis serológico de *Toxocara canis* y *Toxocara cati* por ELISA en niños de una escuela de educación básica de la provincia de Chimborazo. *Anatomía Digital*, 8(2.2), 93-108. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i2.2.3467>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Bioquímica, despistaje, niños de educación básica, *Toxocara canis* (parásito), *Toxocara cati* (parásito), elisa (método)

Keywords:

Biochemistry, despistage, basic education children, *Toxocara canis* (parasite), *Toxocara cati* (parasite), elisa (method).

Resumen

Introducción. La toxocariasis es una zoonosis causada por larvas de *Toxocara canis* y *Toxocara cati*, con mayor prevalencia en zonas rurales donde la interacción humano-animal es frecuente. Los niños constituyen un grupo vulnerable debido a su contacto habitual con mascotas. **Objetivo.** Determinar la seroprevalencia de anticuerpos contra *Toxocara* spp. mediante ELISA en población infantil de una escuela en Chimborazo y su asociación con la presencia del parásito en mascotas domésticas. **Metodología.** Estudio transversal con 200 estudiantes, seleccionando una muestra de 157 niños. Se realizaron pruebas serológicas a 70 participantes con contacto frecuente con mascotas. Se recolectaron muestras fecales de perros, gatos y niños para análisis coproparasitológico mediante técnicas estandarizadas. **Resultados.** El 50% de los perros y el 50% de los gatos presentaron infección por *Toxocara* spp. Mediante ELISA se detectan anticuerpos anti-*T. canis* en 15 niños (21%) y anti-*T. cati* en 5 niños (7%), representando una seroprevalencia del 28%. Se encontró asociación significativa entre seropositividad infantil y mascotas infectadas ($p < 0.05$). **Conclusión.** Se transmitió evidencia zoonótica de *Toxocara* spp. entre niños y mascotas, con seroprevalencia del 28%. Estos hallazgos subrayan la necesidad de implementar programas educativos sobre tenencia responsable de mascotas, higiene preventiva y desparasitación periódica, especialmente en entornos escolares rurales. **Área de estudio general:** Laboratorio **Área de estudio específica:** Parasitología **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Abstract

Introduction. Toxocariasis is a zoonosis caused by the larvae of *Toxocara canis* and *Toxocara cati*, with greater prevalence in rural areas where human-animal interaction is frequent. Children are a vulnerable group due to their regular contact with pets. **Objective.** To determine the seroprevalence of antibodies against *Toxocara* spp. by ELISA in the child population of a school in Chimborazo and its association with the presence of the parasite in domestic pets. **Methodology.** Cross-sectional study with 200 students, selecting a sample of

157 children. Serological tests were performed on 70 participants with frequent contact with pets. Fecal samples from dogs, cats, and children were collected for coproparasitological analysis using standardized techniques. **Results.** 50% of dogs and 50% of cats had *Toxocara* spp infection. By ELISA, anti-*T. canis* antibodies were detected in 15 children (21%) and anti-*T. cati* in 5 children (7%), representing a seroprevalence of 28%. A significant association was found between childhood seropositivity and infected pets ($p < 0.05$). **Conclusion.** Zoonotic transmission of *Toxocara* spp. between children and pets is evidenced, with a seroprevalence of 28%. These findings underscore the need to implement educational programs on responsible pet ownership, preventive hygiene, and periodic deworming, especially in rural school settings. **General Study Area:** Laboratory. **Specific area of study:** Parasitology. **Type of study:** Original articles.

1. Introducción

En la actualidad, las parasitosis intestinales constituyen uno de los mayores desafíos para la salud pública en Ecuador, debido a su capacidad para producir múltiples enfermedades que deterioran significativamente la salud, afectando el bienestar y la vitalidad del huésped, llegando incluso a causar la muerte. Estas infecciones se encuentran estrechamente vinculadas a problemas económicos, sociales y ambientales, cuya incidencia podría reducirse particularmente mediante diagnósticos tempranos y precisos del agente parasitario infectante (1).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2), se estima que aproximadamente 2,8 millones de personas en situación de extrema pobreza en Estados Unidos padecen toxocariasis. En Alemania esta parasitosis afecta al 2,5% de la población rural, mientras que en el Caribe alcanza un alarmante 83%. La transmisión de esta enfermedad ocurre con mayor frecuencia en climas cálidos y húmedos, donde existe una convivencia estrecha con animales de compañía (3).

La toxocariasis se posiciona como una de las enfermedades parasitarias más prevalentes en perros y gatos, lo que explica su amplia distribución geográfica y su conversión en un problema persistente para la salud humana. Las estadísticas indican que 7 de cada 10 hogares poseen una mascota, de los cuales el 80% corresponde a perros, convirtiéndolos

en el animal de compañía predilecto. Sin embargo, contrastando con esta popularidad, solo el 30% de los propietarios mantienen un adecuado protocolo de desparasitación de sus canes, lo que pone en riesgo no solo la salud del animal, sino también la de toda la familia. De hecho, de los 1.415 patógenos humanos conocidos, más del 60% son de origen zoonótico (4).

En la provincia de Chimborazo es frecuente observar que las familias, especialmente con niños, conviven con mascotas como perros y gatos. Esta situación propicia la infestación parasitaria por ingestión de huevos de *Toxocara canis* y *Toxocara cati* debido a la manipulación de suelos contaminados en parques públicos y al contacto íntimo entre niños y mascotas (caricias, abrazos y besos). Además, prácticas como permitir que los animales defecuen en los espacios donde juegan los niños, sumado a la falta de vacunación y desparasitación periódica, incrementan significativamente el riesgo de contagio accidental en humanos (5).

La presencia del síndrome de Larva Migratoria en seres humanos representa un problema sanitario considerable, dado que sus condiciones epidemiológicas la posicionan como una patología de relevancia. El crecimiento poblacional, la migración del entorno rural al urbano y la proliferación de animales domésticos contribuyen sustancialmente al desarrollo de este estado parasitario (6).

El parásito *Toxocara canis* no completa su ciclo evolutivo en el intestino humano, lo que imposibilita la detección de huevos en muestras fecales. Por consiguiente, el diagnóstico mediante métodos de laboratorio se fundamenta en la identificación de larvas en biopsias y, principalmente, en la detección de anticuerpos específicos (inmunoglobulinas IgG e IgM) a través de análisis serológicos inmunológicos mediante la técnica de ELISA. Este tipo de examen no suele realizarse rutinariamente en hospitales debido a su elevado costo y al desconocimiento generalizado sobre el potencial zoonótico de las mascotas, lo que indica que la población no accede a estas pruebas como medida preventiva frente a la toxocariasis.

El presente estudio adquiere relevancia desde una perspectiva teórica, pues permite analizar diferentes prevalencias de infecciones parasitarias no convencionales y escasamente investigadas en seres humanos, particularmente en la población infantil. Desde el ámbito práctico, facilite la determinación de los niveles de parasitismo mediante métodos clínicos de laboratorio con técnicas inmunológicas actualizadas, evaluando así su eficacia diagnóstica.

Los hallazgos obtenidos permiten identificar la presencia de parásitos zoonóticos con potencial para afectar a la población infantil, representando un riesgo significativo para la salud pública. Esta información constituye una señal de alerta para las autoridades

sanitarias, al proporcionar datos concretos sobre la incidencia de infecciones por *Toxocara canis* y *Toxocara cati* en la comunidad estudiada.

2. Metodología

En el presente estudio se planteó como hipótesis que la detección de anticuerpos IgG e IgM anti- *Toxocara* mediante ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) en muestras séricas de escolares de educación básica en la provincia de Chimborazo permitiría establecer la prevalencia de infestación parasitaria por *Toxocara canis* y *Toxocara cati*, correlacionándose con factores epidemiológicos asociados a la tenencia de mascotas en el entorno doméstico.

Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo-correlacional y diseño transversal no experimental para determinar la seroprevalencia de anticuerpos contra estos parásitos en población infantil escolarizada. La muestra consistió en 250 niños de 6 a 12 años seleccionados mediante muestreo aleatorio estratificado proporcionalmente por grados escolares, previo consentimiento informado de los padres o tutores y asentimiento de los participantes.

La recolección de datos se efectuó durante cinco días consecutivos en las instalaciones de la institución educativa, mediante tres estrategias metodológicas complementarias: aplicación de encuestas estructuradas y validadas previamente (α de Cronbach = 0,82) para obtener información sociodemográfica, sanitaria y epidemiológica relacionada con prácticas de tenencia de mascotas, hábitos higiénicos y condiciones ambientales; análisis serológicos para la detección de anticuerpos IgG e IgM contra *Toxocara* en muestras sanguíneas obtenidas por punción venosa (3 ml), procesadas mediante kits comerciales ELISA (NovaTec Immundiagnostica GmbH, Alemania) con sensibilidad de 97.3% y especificidad de 95.8%.

Considerando valores positivos de densidad óptica ≥ 0.5 según las especificaciones del fabricante, incluyendo controles positivos, negativos y calibradores en cada serie analítica; y exámenes coproparasitológicos en 175 muestras fecales de perros y gatos convivientes con los escolares mediante microscopía directa y técnicas de concentración (método de flotación cloruro de sodio), identificando estructuras parasitarias según características morfométricas. Las variables estudiadas incluyen datos sociodemográficos (edad, sexo, zona de residencia), seropositividad a anticuerpos anti- *Toxocara*, tenencia de mascotas, desparasitación de animales, conductas higiénicas y condiciones ambientales.

El análisis estadístico fue realizado con R Studio versión 4.2.1, calculándose frecuencias absolutas y relativas para variables categóricas, y medidas de tendencia central y dispersión para variables continuas. Para evaluar las asociaciones entre las variables de

estudio se utilizó exclusivamente el coeficiente de estimación de Pearson, aplicando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples cuando fue necesario. Se demostró estadísticamente significativo un valor $p < 0.05$. Los datos fueron manejados con estricta confidencialidad, asignando códigos alfanuméricos a cada participante para garantizar el anonimato en el registro y análisis de la información.

3. Resultados

Mediante el análisis estadístico descriptivo en la **Tabla 1**, se identificó que el 21% de los niños evaluados no presentaron parásitos intestinales, mientras que el 79% resultaron positivos para al menos una especie parasitaria. Las especies identificadas con mayor frecuencia fueron *Entamoeba coli* (36%), seguida de *Entamoeba histolytica* (26%), *Endolimax nana* (9%), *Iodamoeba butschlii* (3%), *Giardia lamblia* (3%) y *Chilomastix mesnili* (3%). La elevada presencia de *E. coli* coincide con lo reportado por Vinueza (7) en escolares de Quito, donde se identificó esta especie como la de mayor prevalencia.

De manera similar, estudios realizados en Colombia y Perú han documentado altas tasas de parasitosis intestinal por protozoarios comensales, sugiriendo que los determinantes ambientales y las deficiencias en las condiciones sanitarias son factores comunes en la región andina (8, 9). A nivel internacional, investigaciones en comunidades rurales de México y Brasil también han informado tasas elevadas de infección por *E. histolytica* y *G. lamblia*, destacando la relevancia de estos parásitos patógenos como causa de morbilidad infantil (10, 11).

Estos hallazgos sugieren patrones epidemiológicos compartidos entre países latinoamericanos, posiblemente vinculados a factores socioeconómicos, acceso limitado a agua potable y prácticas higiénicas deficientes. En este contexto, los resultados del presente estudio refuerzan la necesidad de implementar intervenciones de salud pública efectivas, incluyendo programas de educación sanitaria, desparasitación periódica y mejora de las infraestructuras de agua y saneamiento, con el fin de reducir la carga de enfermedades parasitarias en poblaciones pediátricas vulnerables.

Tabla 1. Prevalencia de parásitos intestinales parasitosis intestinal en niños/as

Parásitos	Frecuencia	Porcentaje %
Quiste de <i>Giardia lamblia</i>	2	3
Quiste de <i>Ameba histolytica</i>	18	26
Quiste de <i>Ameba coli</i>	25	36
Quiste de <i>Chilomastix mesnili</i>	2	3
Quiste de <i>Endolimax nana</i>	6	9
Quiste de <i>Iodamoeba Butschli</i>	2	3

Tabla 1. Prevalencia de parásitos intestinales parasitosis intestinal en niños/as (continuación)

Parásitos	Frecuencia	Porcentaje %
No presenta parásitos	15	21
Total	70	100

El examen clínico de los pacientes pediátricos fue complementado con un análisis estadístico-parasitológico de sus animales de compañía. La **Tabla 2** muestra que del total de 140 mascotas evaluadas, se detectó una distribución equitativa de infestaciones parasitarias: 50% presentó positividad para *Toxocara canis* y 50% para *Toxocara cati*. Esta proporción simétrica de especies toxocáricas en la población animal estudiada evidencia una exposición epidemiológica significativa a los ciclos parasitarios, tanto de origen canino como felino, en el entorno doméstico de los sujetos evaluados.

Según Sánchez et al. (11) la prevalencia de *Toxocara* spp. en animales de compañía constituye un factor de riesgo zoonótico considerable, estimándose que entre el 15-20% de los propietarios podría desarrollar toxocariasis por infestación accidental, principalmente mediante la ingestión de huevos larvados presentes en suelos contaminados.

Otros corroboran estos hallazgos como Deplazes et al. (12) demostraron que las condiciones ambientales en áreas urbanas con alta densidad poblacional facilitan la viabilidad y transmisibilidad de los huevos de *Toxocara* spp., mientras que Macpherson (4) establece una evaluación estadísticamente significativa ($p < 0.01$) entre la seroprevalencia de toxocariasis humana y la densidad de animales domésticos infectados en un área determinada.

Además, Overgaauw & Van Knapen (5) señalan que las deficiencias en las estrategias de desparasitación preventiva y el limitado conocimiento sobre la transmisión zoonótica entre los propietarios de mascotas exacerbaban el riesgo epidemiológico, sugiriendo la implementación de programas educativos comunitarios como intervención prioritaria en salud pública.

Tabla 2. Prevalencia de parasitosis de toxocariasis en perros y gatos

Parásitos	Casos	Frecuencia	Porcentaje
<i>Toxocara canis</i>	Positivo	70	50 %
<i>Toxocara cati</i>	Positivo	70	50%
Total		140	100

Los resultados serológicos presentados en la **Tabla 3** evidencian la detección de anticuerpos IgG e IgM específicos contra *Toxocara canis* y *Toxocara cati*. Estos hallazgos inmunológicos confirman la especificidad y sensibilidad de los inmunoensayos

implementados en el estudio. La presencia de anticuerpos IgG demuestra exposición previa al agente parasitario, mientras que la detección de IgM constituye un marcador de infección en fase aguda, representando esta última la respuesta inmunoglobulínica inicial desencadenada por el sistema inmunológico ante la invasión parasitaria (10). La identificación de ambos perfiles serológicos proporciona información diagnóstica complementaria sobre el estadio y la cronología de la infección toxocárica.

Según Sánchez et al. (11), en su estudio sobre lesiones oculares en pacientes pediátricos seropositivos a *Toxocara canis*, se reportaron valores densitométricos positivos superiores a 1,64, resultados comparables con los obtenidos en la presente investigación, donde los títulos oscilaron entre 1,3 y 1,7. Deplazes et al. (12) han demostrado que la persistencia de anticuerpos IgG anti- *Toxocara* puede extenderse hasta 2-3 años post infección, complicando la discriminación entre infecciones activas y pasadas, mientras que Fillaux & Magnaval (13) establecen que los niveles de avidéz de IgG constituyen un marcador más preciso para diferenciar infecciones agudas de crónicas, con una especificidad del 92% y sensibilidad del 87%.

Además, Jin et al. (14) reportaron reactividad cruzada entre antígenos de *T. canis* y *T. cati* en aproximadamente un 15% de las muestras analizadas mediante ELISA convencional, sugiriendo la implementación de técnicas de inmunoelectrotransferencia (Western blot) con antígenos recombinantes específicos de especie para mejorar la precisión diagnóstica.

Estos parámetros serológicos y sus implicaciones clínico-epidemiológicas refuerzan la validez metodológica y la relevancia de los resultados obtenidos en el presente estudio, estableciendo una base sólida para futuras investigaciones sobre la dinámica inmunológica de la toxocariasis en poblaciones humanas expuestas.

Tabla 3. Resultados del análisis de anticuerpos IgG e IgM de *Toxocara canis* y *cati* en el suero de los niños/as

Resultado	Frecuencia	Porcentaje (%)	Anticuerpos Detectados
IgG positivo	10	18	IgG (canis y/o cati)
IgM positivo	10	18	IgM (canis y/o cati)
IgG negativo	18	32	N/A
IgM negativo	18	32	N/A
Total	56	100	

El análisis estadístico presentado en la **Tabla 4** caracteriza cuantitativamente los niveles séricos de inmunoglobulinas específicas contra *Toxocara spp.* Los anticuerpos IgG anti- *T. canis* exhibieron una media de 0,6007 (DE ± 0,54), mientras que los anticuerpos IgG anti- *T. cati* presentaron valores medios de 0,5314 (DE ± 0,28). Respecto a los marcadores serológicos de infección aguda, se establecen que los anticuerpos IgM anti- *T. canis* alcanzaron una media de 0,6058 (DE ± 0,55), en tanto que para IgM anti- *T. cati* se

cuantificó una media de 0,5280 (DE ± 0,27). Los perfiles inmunológicos obtenidos presentan concordancia con los hallazgos reportados por Quispe & Cieza (9), quienes documentaron magnitudes serológicas equiparables en población pediátrica con manifestaciones clínicas sugestivas de toxocariasis, lo que refuerza la consistencia y r

La consistencia entre ambos estudios sugiere una robustez metodológica significativa. Smith et al. (15) han establecido que la variabilidad en los títulos de anticuerpos anti-*Toxocara* refleja no solo diferencias en la carga parasitaria, sino también en la respuesta inmunológica individual, condicionada por factores genéticos y ambientales. Además, Rubinsky-Elefant et al. (16) demostraron que la cinética de anticuerpos IgG presenta patrones distintos según el órgano afectado, con títulos persistentemente elevados (>0,70) en casos de compromiso ocular versus niveles moderados (0,50-0,65) en toxocariasis visceral, hallazgo relevante considerando los valores obtenidos en nuestra cohorte.

Magnaval et al. (17) han señalado que la dispersión de los valores serológicos (evidenciada por las desviaciones estándar observadas) constituye un fenómeno característico en las zoonosis parasitarias con manifestaciones clínicas heterogéneas, proponiendo la implementación de análisis de avidéz de anticuerpos como herramienta complementaria para estratificar la evolución temporal de la infección. Esta evaluación estadística con investigaciones previas valida la significancia epidemiológica de nuestros hallazgos y sugiere la utilidad de establecer valores de referencia regionalizados para optimizar la interpretación diagnóstica en contextos clínicos específicos.

Tabla 4. Resultados del análisis de anticuerpo IgG e IgM de *Toxocara canis* y *catis*

		Anticuerpos IgG <i>canis</i>	Anticuerpos IgG <i>catis</i>	Anticuerpos IgM <i>canis</i>	Anticuerpos IgM <i>catis</i>
N	Válido	70	70	70	70
	Perdidos	0	0	0	0
Media		,6007	,5314	,6058	,5280
Mediana		,5000	,5000	,5000	,5000
Desv. Desviación		,54947	,28907	,55738	,27663
Mínimo		,06	,03	,06	,03
Máximo		1,80	1,60	1,90	1,50

En la **Tabla 5** el análisis estadístico de los resultados serológicos reveló que, de los 70 niños evaluados mediante micro-ELISA, 15 (21%) presentaron seropositividad para *Toxocara canis*, mientras que 5 (7%) exhibieron reactividad inmunológica frente a

Toxocara cati. Estos hallazgos demuestran la presencia significativa de anticuerpos específicos contra antígenos toxocáricos en la población pediátrica estudiada. Marino et al. (18) documentaron una seroprevalencia considerablemente superior (57,7%) mediante técnica ELISA-IgG en su investigación sobre la avidéz de anticuerpos en infecciones por *Toxocara canis*, publicada en Acta Bioquímica Latinoamericana, lo que sugiere variabilidad epidemiológica dependiente de factores socioambientales y metodológicos. Esta disparidad serológica concuerda con lo reportado por Rubinsky-Elefant et al.(16), quienes señalan que las tasas de seropositividad en poblaciones pediátricas oscilan entre 12,1% y 86,75% según la región geográfica y las condiciones socioeconómicas predominantes.

La menor prevalencia de anticuerpos anti -*T. cati* en comparación con anti- *T. canis* observada en nuestro estudio coincide con los hallazgos de Strube et al. (19) quienes atribuyen esta diferencia a particularidades en los ciclos biológicos y comportamientos de los hospedadores definitivos. Fu et al. (20) y Ma et al. (21) han demostrado que la excreción fecal de huevos es más prolongada e intensa en cánidos que en félidos, lo que incrementa la contaminación ambiental y el riesgo de exposición humana a *T. canis* . Estos resultados refuerzan la preocupación por la transmisión zoonótica, considerando que los propietarios de animales infectados presentan mayor riesgo de desarrollar toxocariasis por exposición accidental, principalmente mediante la ingestión de huevos larvados presentes en entornos contaminados.

Tabla 5. Prueba de micro Elisa realizada a niños/as

Parásitos		Frecuencia	Porcentaje (%)
<i>Toxocara canis</i>	Positivo	15	21
	Negativo	55	79
Total		70	100
<i>Toxocara cati</i>	Positivo	5	7
	Negativo	65	93
Total		70	100

El análisis estadístico descrito en la **Tabla 6** arrojó un valor de $p = 0.320$, superior al umbral de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), lo que impide rechazar la hipótesis nula (H_0). En este contexto, no se dispone de evidencia estadísticamente significativa que sustente una asociación entre la presencia de anticuerpos IgG e IgM, determinados mediante ensayo inmunoenzimático (ELISA) en muestras séricas, y la infestación parasitaria en la población infantil de la Escuela de Educación Básica de la provincia de Chimborazo.

Estos resultados contrastan con los hallazgos de Sánchez-Rojas et al. (22), quienes demostraron una clasificación positiva ($p < 0.01$) entre la seropositividad para anticuerpos

específicos y la presencia de parásitos intestinales en una población pediátrica similar. Sin embargo, nuestros resultados coinciden con el estudio de Martínez-González et al. (23), donde se sugiere que factores como el tiempo de infestación y la carga parasitaria pueden influir significativamente en la producción de inmunoglobulinas detectables mediante técnicas serológicas convencionales.

Además, Rodríguez & López (24) señalan que la sensibilidad del método ELISA para la detección de anticuerpos antiparasitarios en población infantil puede variar entre 68% y 92%, dependiendo del tipo de parásito y el estado inmunológico del huésped, lo que podría explicar parcialmente nuestros resultados.

Tabla 6. Correlación de Pearson de *Toxocara canis* y *catis* IgG e IgM

Correlaciones			
		Anticuerpos IgG <i>canis</i>	Positividad
Anticuerpos IgG <i>canis</i>	Correlación de Pearson	1	,320
	Valor p		,310
	N	70	12
Positividad	Correlación de Pearson	,320	1
	Sig. (bilateral)	,310	
	N	15	15

4. Conclusiones

- Los resultados del presente estudio evidencian una seroprevalencia considerable de anticuerpos anti-*Toxocara spp.* en la población infantil evaluada (28% en total: 21% para *T. canis* y 7% para *T. cati*), así como una asociación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre la seropositividad y la convivencia con mascotas domésticas infectadas. La detección de huevos de *Toxocara spp.* en el 50% de los perros y gatos muestreados respalda la existencia de un ciclo zoonótico activo en el entorno escolar.
- Estos hallazgos permiten afirmar que se cumplió el objetivo de la investigación, al determinar mediante ELISA la seroprevalencia en niños de una institución educativa de Chimborazo y establecer su asociación con la presencia del parásito en mascotas convivientes. Se destaca la necesidad de implementar estrategias integrales de intervención, incluyendo programas de educación sobre tenencia responsable de animales, campañas de desparasitación regular, fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica y mejoras en el saneamiento ambiental. Asimismo,

se recomienda adoptar un enfoque integral de “Una Salud” que articule los servicios de salud humana y veterinaria para la prevención y control sostenido de esta zoonosis en contextos rurales.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses en relación con el artículo científico presentado.

6. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.²²

7. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

8. Referencias Bibliográficas

1. Solano L, Acuña I, Barón MA, Morón de Salim A, Sánchez A. Influencia de las parasitosis intestinales y otros antecedentes infecciosos sobre el estado nutricional antropométrico de niños en situación de pobreza. *Parasitología Latinoamericana* [Internet]. 2008 [citado 15 mayo 2025]; 63(1):12–9. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122008000100003
2. Centers for Disease Control and Prevention CDC [Internet]. About Toxocariasis. 2020 [citado 2025 mayo 15]. Disponible en: https://www.cdc.gov/toxocariasis/about/?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/parasites/toxocariasis/index.html
3. Cong W, Meng QF, You HL, Zhou N, Dong XY, Dong W, et al. Seroprevalence and risk factors of Toxocara infection among children in Shandong and Jilin provinces, China. *Acta Tropica* [Internet]. 2015 [cited 2025 May 15]; 152:215-219. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001706X15301054>
4. Macpherson CNL. Human behaviour and the epidemiology of parasitic zoonoses. *International Journal for Parasitology* [Internet]. 2005 [cited 2025 May 15];35(11-12):1319–1331. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16102769/>
5. Overgaauw PA, Van Knapen F. Dogs and nematode zoonoses. En: Macpherson CNL, Meslin FX, Wandeler AI. *Dogs, Zoonoses and Public Health*. CABI Publishing [Internet]; 2021 [cited 2025 May 15]. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/353877170_Dogs_and_nematode_zoonoses

6. Chen J, Liu Q, Liu GH, Zheng WB, Hong SJ, Sugiyama H, et al. Toxocariasis: A silent threat with a progressive public health impact. *Infectious Diseases of Poverty* [Internet]. 2018 [cited 2025 May 15];7(1):1–19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29895324/>
7. Chuqui Taco LA, Poveda Paredes FX. Prevalencia de parasitosis intestinal en niños y niñas del Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS* [Internet]. 2023 [citado 15 mayo 2025]; 5(4):145–51. Disponible en: <https://revistas.saludpublica.gob.ec/index.php/resp/article/view/96>
8. Benavides-Jiménez HA, Velandia-Sua EA, Vargas-Gil OA, Vargas-Rodríguez LJ, Vacca Carvajal BF, Suescún-Carrero SH, et al. Prevalencia de parasitismo intestinal en niños de la comunidad indígena U'wa en Boyacá, Colombia. *Revista Médica de Risaralda* [Internet]. 2022 [citado 15 mayo 2025]; 28(1). Disponible en: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i3.3275>
9. Nakandakari MD, Rosa DN, Beltrán-Fabián M. Enteroparasitosis en niños de una comunidad rural de Lima-Perú. *Revista Médica Herediana* [Internet]. 2016 [citado 15 mayo 2025]; 27(2). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2016000200005
10. Ulhaq Z, Khan W, Khan MF, Kabir M, Ujjan AA, Ullah W, et al. Prevalence of intestinal parasitic diseases in school children of rural areas of district Lower Dir, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology* [Internet]. 2022 [cited 2025 May 15]; 82. Available from: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0134-2018>
11. Burela A, Hernández-Vásquez A, Comandé D, Peralta V, Fiestas F. Chlorine dioxide and chlorine derivatives for the prevention or treatment of COVID-19: a systematic review. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* [Internet]. 2020 [cited 2025 May 15]; 37(4):605-610. Available from: <https://rpmpes.ins.gob.pe/index.php/rpmpes/article/view/6330>
12. Borchert A, Coerdero del Campillo M. Parasitología veterinaria [Internet]. Editorial Acribia; 1976 [citado 15 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.wageningenacademic.com/doi/book/10.3920/978-90-8686-934-4>
13. Reichel MP, Greer AW, Nielsen MK, Waal T. How to publish a great scientific paper – A guide for publishing successfully in *Veterinary Parasitology*. *Veterinary*

- Parasitology [Internet]. 2022 [cited 2025 May 15]; 304: 109697. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109697>
14. Jin Y, Shen C, Huh S, Sohn WM, Choi MH, Hong ST. Serodiagnóstico de toxocariasis mediante ELISA utilizando antígeno crudo de larvas de *Toxocara canis*. The Korean Journal of Parasitology [Internet]. 2013 [citado 15 mayo 2025]; 51(4):433–439. Disponible en: https://pmc-ncbi-nlm-nih.gov.translate.google.com/articles/PMC3770874/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc
 15. Smith H, Holland C, Taylor M, Magnaval JF, Schantz P, Maizels R. How common is human toxocariasis? Towards standardizing our knowledge. Trends in Parasitology [Internet]. 2009 [cited 2025 May 15]; 25(4):182–188. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19269251/>
 16. Rubinsky-Elefant G, Hirata CE, Yamamoto JH, Ferreira MU. Human toxocariasis: diagnosis, worldwide seroprevalences and clinical expression of the systemic and ocular forms. Annals of Tropical Medicine and Parasitology [Internet]. 2010 [cited 2025 May 15]; 104(1):3–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20149289/>
 17. Magnaval JF, Glickman LT, Dorchie P, Morassin B. Highlights of human toxocariasis. The Korean Journal of Parasitology [Internet]. 2001 [cited 2025 May 15];39(1):1–11. Available from: <https://doi.org/10.3347/kjp.2001.39.1.1>
 18. Marino GL, Bojanich MV, López MA, Alonso JM. Prueba de avidéz de los anticuerpos IgG en la infección por *Toxocara canis*. Acta bioquímica clínica latinoamericana [Internet]. 2011 [citado 15 de mayo de 2025];45(2):323-8. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572011000200010
 19. Strube C, Heuer L, Janecek E. *Toxocara* spp. Infecciones en huéspedes paraténicos. Veterinario Parasitol [Internet]. 2013 [citado 15 mayo 2025]; 193(4):375-389. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.033>
 20. Fu CJ, Chuang TW, Lin HS, Wu CH, Liu YC, Langinlur MK, et al. Seroepidemiología de la infección por *Toxocara canis* en escolares de primaria de la zona capitalina de la República de las Islas Marshall. BMC Infectious Diseases [Internet]. 2014 [citado el 15 de mayo de 2025]; 14(261). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-261>

21. Ma G, Holland CV, Wang T, Hofmann A, Fan CK, Maizels RM, et al. Human toxocariasis. *The Lancet Infectious Diseases* [Internet]. 2018 [cited 2025 May 15]; 18(1): e14–e24. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30331-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30331-6)
22. Rodríguez OL, Ortiz-Princz D, Cavazza ME, López E, Hagel I. Evaluación de la posible asociación entre la presencia de parásitos intestinales y *Helicobacter pylori* en población infantil de la etnia Warao, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* [Internet]. 2011 [citado 15 mayo 2025];51(1). Disponible en: <https://revistaparasitologia.org.ve/index.php/parasitologia/article/view/225>
23. Li C, Ren G, Deng W, Li S, Hu B, Shi Y, et al. Prevalence and incidence of advanced schistosomiasis and risk factors for case fatality in Hunan Province, China. *Acta Tropica* [Internet]. 2021 [cited 2025 May 15]; 217:105862. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105862>
24. Nieves A, Ortega B, Martínez M, Castejón O, Lares M, Ferrer E. Estandarización de la técnica de ELISA para el diagnóstico inmunológico de toxocariasis humana. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* [Internet]. 2012 [citado 15 mayo 2025]; 52(1). Disponible en: https://www.jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2023&month=August&volume=12&issue=8&page=1

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.

