



ESCUELA DE MEDICINA

REVISTA DE INVESTIGACIÓN
Y EDUCACIÓN MÉDICA

Rev Invesmed,
vol. 2, núm 3 septiembre-diciembre 2023.

EDITORIAL

96. La bioética y su importancia en la investigación en salud

Bioethics and its importance in health research
Hernández-Solís JA.

INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA / *Biomedical Research*

98. Contaminantes atmosféricos encontrados en tres parques urbanos de León, Guanajuato y sus posibles efectos en la salud.

Air pollutants found in three urban parks in León, Guanajuato and their possible effects on human health.
Camacho-Coronel X, Saucedo-Lucero J, Quintana-Rodríguez E, Esparza-Claudio J, et al.

ARTÍCULO DE REVISIÓN / *REVIEW ARTICLE*

108. La nutrición gestacional, ventana epigenética y el desarrollo de enfermedades crónico no transmisibles.

Gestational nutrition, epigenetic window and the development of chronic non-communicable diseases.
González-Castro D, Soto-Rodríguez G.

CASO CLÍNICO / *CLINICAL CASE*

117. Quiste paratiroideo no funcionante en mediastino superior abordado por toracoscopia: reporte de caso y revisión de la literatura.

Non-functioning Parathyroid Cyst in the Upper Mediastinum Managed by Thoracoscopy: Case Report and Literature Review.
Fernández-Ramírez N, Soto-Rodríguez A, Salmerón-Corral AM, Acosta-Yebra LD, et al.

PROFESIONALISMO Y ÉTICA / *PROFESSIONALISM AND ETHICS*

123. Adquiriendo habilidades y destrezas en el laboratorio de microbiología.

Acquiring skills and proficiency in the microbiology laboratory.

VIDEOS / *VIDEOS*

126. Toma de citología cervical (Papanicolaou). Vendaje Velpeau.
Cervical cytology (Pap smear). Velpeau bandage.

Instrucciones a los autores - Instrucciones a los árbitros *Instructions to authors - Instructions to referees*

127. Instrucciones a los autores 2022 / *Instructions to authors version 2022*
137. Instrucciones a los árbitros 2022 / *Instructions to referees 2022*





**Universidad
Quetzalcóatl**

**ÓRGANO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
DE LA ESCUELA DE MEDICINA
UNIVERSIDAD QUETZALCÓATL EN IRAPUATO**



**ESCUELA DE
MEDICINA**
REVISTA DE INVESTIGACIÓN
Y EDUCACIÓN MÉDICA

**REVISTA
INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN MÉDICA
(INVESMED)**

Lic. Brenda Teresa Pérez González
Rectora

Editor
Dr. Omar Fabián Hernández Zepeda

Director de la Escuela de Medicina
Dr. Miguel Ángel Vázquez Guerrero

Editora adjunto
Dra. Sandra Guadalupe Vázquez González

COMITÉ EDITORIAL

Comisión impulso a la difusión y divulgación científica del Comité de investigación de la **Escuela de Medicina de la Universidad Quetzalcóatl en Irapuato**

COMITÉ DE SECCIÓN
Dr. Josué Pérez López
Dr. Leobardo Gurrola Murillo

ARBITROS CIENTÍFICOS

INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

Dra. Harumi Shimada Beltrán
ENES- UNAM- León

Dr. Juan Vázquez Martínez
ITESI -Irapuato

Dra. Elizabeth Quintana Rodríguez
CIATEG- León.

Dra. Dalia Rodríguez-Ríos
CINVESTAV- Irapuato

Dr. Adán Topiltzin Morales Vargas
Universidad de Guanajuato campus Celaya.

Dra. Guadalupe Soto Rodríguez
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Facultad de Medicina.

Dra. Dalia Rodríguez-Ríos
CINVESTAV- Irapuato

**INVESTIGACIÓN DE FRONTERA EN LA
MEDICINA**

Dr. Salvador Aldama López
Escuela de medicina Universidad Quetzalcóatl
en Irapuato

INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Dr. J. Eduardo Serrano Valdés
Hospital Torre Médica Irapuato

Dr. Joel Rico Castillo
Hospital Materno Infantil de Irapuato

Dr. Valente Guerrero González
Hospital Torre Médica Irapuato

Dr. Edwin Martínez Silvestre
Hospital Regional de Ixmiquilpan SSAH

Dr. José Juan Martínez García
Hospital San José Satélite

Dr. Edgar Bravo Santibáñez
Hospital General de León Guanajuato, jefe de
Investigación y capacitación.

Dr. Jaime Isael Flores Rosas
Hospital General de Zona con Medicina Familiar,
IMSS Irapuato Guanajuato

Dr. José Morales Flores
Hospital General de Zona con Medicina Familiar,
IMSS Irapuato Guanajuato

INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MÉDICA

MIE. Francisca Méndez Cerezo
Escuela de medicina Universidad Quetzalcóatl en Irapuato

Bioq. Marcia Beatriz Pruna Camacho
Escuela de medicina Universidad Quetzalcóatl en Irapuato

Dra. Zinya Anakarenida Hernández
Escuela de medicina Universidad Quetzalcóatl en Irapuato

Dra. Brenda Ofelia Jay Jiménez
Coordinadora General del Centro internacional de Simulación y
Entrenamiento en Soporte Vital Iztacala. (CISESVI)

Dra. Nallely Guadalupe Aguilar Marchand
Médico Cirujano, coordinadora adjunta del CISESVI (Centro
Internacional de Simulación y Entrenamiento en Soporte Vital Iztacala)

M. en C. Mario Alberto Juárez Millán
Médico Cirujano, coordinadora adjunta del CISESVI (Centro
Internacional de Simulación y Entrenamiento en Soporte Vital Iztacala)

Revista de Investigación y Educación Médica año 2, vol. 2, núm. 3, septiembre-diciembre 2023. Universidad Quetzalcóatl en Irapuato, con domicilio en Blvd. Arandas 975, Fracc. Tabachines, C.P. 36615, Irapuato, Guanajuato, distribuida a través de la Escuela de Medicina con domicilio en Blvd. Arandas 975, Fracc. Tabachines, C.P. 36615, Irapuato, Guanajuato. Teléfono 624-5025, ext. 131 y 132, invesmed@uqi.edu.mx Editor responsable Dr. Omar Fabián Hernández Zepeda. Reserva de Derechos al uso exclusivo del título: en trámite, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Edición de publicación y archivos electrónicos por Cognitio Journal, Ciudad de México, México. Tels: 556317-6361 cognitio@gmail.com. Este número se terminó de editar el 22 de enero de 2024. Incluida en la base de datos: **IMBIOMED**.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación ni tampoco la postura de la **Escuela de Medicina, Universidad Quetzalcóatl en Irapuato**. Todos los textos publicados –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional), que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.

Revista de Investigación y Educación Médica, es una publicación académica de difusión científica del área médica, enfocada a la investigación clínica, básica y docencia relacionadas con médicos, especialistas y ciencias afines. Se encuentra disponible en: <https://revinvesmed.com>

Los artículos publicados son arbitrados por pares académicos en su mayoría externos a la **Universidad Quetzalcóatl en Irapuato**, bajo la modalidad doble ciego.

REVISTA DE INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN MÉDICA

Vol. 2 Núm. 3 septiembre-diciembre / 2023

CONTENIDO

EDITORIAL

- 96. La bioética y su importancia en la investigación en salud**
Hernández Solís JA.
-

INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

- 98. Contaminantes atmosféricos encontrados en tres parques urbanos de León, Guanajuato y sus posibles efectos en la salud.**
Camacho-Coronel X, Saucedo-Lucero J, Quintana-Rodríguez E, Esparza-Claudio J, *et al.*
-

ARTÍCULO DE REVISIÓN

- 108. La nutrición gestacional, ventana epigenética y el desarrollo de enfermedades crónico no transmisibles.**
González-Castro D, Soto-Rodríguez G.
-

CASO CLÍNICO

- 117. Quiste paratiroideo no funcionante en mediastino superior abordado por toracoscopia: reporte de caso y revisión de la literatura.**
Fernández-Ramírez N, Soto-Rodríguez A, Salmerón-Corral AM, Acosta-Yebra LD, *et al.*
-

PROFESIONALISMO Y ÉTICA

- 123. Adquiriendo habilidades y destrezas en el laboratorio de microbiología.**
-

VIDEOS

- 126. Toma de citología cervical (papanicolaou)
Vendaje Velpeau.**
-

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

- 127. Instrucciones a los autores.**
-

INSTRUCCIONES A LOS ÁRBITROS

- 137. Instrucciones a los árbitros.**

REVISTA DE INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN MÉDICA

Vol. 2 Issue 3 September-December / 2023

CONTENTS

EDITORIAL

96. **Bioethics and its importance in health research**
Hernández Solís JA
-

BIOMEDICAL RESEARCH

98. **Air pollutants found in three urban parks in León, Guanajuato and their possible effects on human health.**
Camacho-Coronel X, Saucedo-Lucero J, Quintana-Rodríguez E, Esparza-Claudio J, et al.
-

REVIEW ARTICLE

108. **Gestational nutrition, epigenetic window and the development of chronic non-communicable diseases.**
González-Castro D, Soto-Rodríguez G.
-

CLINICAL CASE

117. **Non-functioning Parathyroid Cyst in the Upper Mediastinum Managed by Thoracoscopy: Case Report and Literature Review.**
Fernández-Ramírez N, Soto-Rodríguez A, Salmerón-Corral AM, Acosta-Yebra LD, et al.
-

PROFESSIONALISM AND ETHICS

123. **Adquiriendo habilidades y destrezas en el laboratorio de microbiología.**
-

VIDEOS

126. **Cervical cytology (Pap smear).
Velpeau bandage.**
-

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

127. **Instructions to authors**
-

INSTRUCTIONS TO REFEREES

137. **Instructions to referees**



La bioética y su importancia en la investigación en salud

Bioethics and its importance in health research

Mtro. Jesús Alejandro Hernández Solís.*

*Departamento de Bioética y Desarrollo Humano.

Universidad Quetzalcóatl de Irapuato A.C.

A lo largo de la historia de la humanidad, estimados lectores, en esta edición especial queremos darles una cordial bienvenida a todos los alumnos universitarios que se suman a esta emocionante travesía en el mundo de la medicina y la ética. Es un honor tenerlos con nosotros y compartir juntos este camino de aprendizaje y crecimiento.

En este número, deseamos destacar la relevancia y la importancia del departamento de bioética en la práctica médica. La bioética es el faro que ilumina nuestro camino, proporcionándonos la guía ética necesaria para tomar decisiones fundamentales en la atención de la salud.

El departamento de bioética es un espacio donde se fomenta el análisis crítico de las cuestiones éticas que nos rodean, tanto en el ámbito profesional como en la vida cotidiana. A través de debates y reflexiones, nuestros estudiantes universitarios adquieren las herramientas necesarias para enfrentar los retos éticos que surgirán en su práctica médica.

La medicina es una vocación noble, un arte que va más allá del diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. La bioética nos recuerda que detrás de cada paciente hay una historia única, una vida que merece ser tratada con respeto, dignidad y empatía.

La ética médica no solo se basa en conocimientos científicos, sino también en valores humanos. Promovemos la empatía, el respeto a la autonomía del paciente y el compromiso con la justicia en el acceso a la atención médica.

En esta revista, nos comprometemos a brindarles contenidos que inspiren la reflexión y el diálogo sobre la bioética y su impacto en la práctica médica. Queremos nutrir su curiosidad, su capacidad de análisis y su sentido de responsabilidad en la toma de decisiones que afectarán la vida de las personas.

Queridos lectores, los animamos a ser protagonistas activos de su formación ética y profesional. Cada paso que den en este camino de aprendizaje será crucial para moldear el tipo de médicos que serán en el futuro. Los desafíos son grandes, pero también lo es el potencial que llevan dentro, por esta razón los invitamos a leer el presente número de INVESMED, en donde encontrarán nuestra sección de video educativos con los cuales podrán reforzar destrezas en la aplicación de aplicación de vendaje Velpeau y toma de muestra de Papanicolau los cuales fueron grabadas en (CESAMA) nuestro Centro de Simulación y Adiestramiento Médico Avanzado, aunado a esto también encontrará en nuestra sección de investigación biomédica podrán encontrar el artículo original de "Contaminantes atmosféricos encontrados en tres parques urbanos de León, Guanajuato y sus posibles efectos en la salud" en una colaboración excepcional de la nuestra Universidad con el CIATEG y ITESI, además del artículo de revisión titulado: "La nutrición gestacional, ventana epigenética y el desarrollo de enfermedades crónico no transmisibles".

Así como el caso clínico "Quiste paratiroideo no funcionando en mediastino superior abordado por toracoscopia: Reporte de caso y revisión de la literatura" entre otros.



Por lo que como podrán observar nuestros apreciados lectores, tenemos un gran acervo de valiosas publicaciones. Aprovechemos este espacio para aprender juntos, crecer como individuos y como profesionales de la salud, y contribuir al bienestar de la sociedad a la que serviremos con pasión y compromiso.

Con la bioética como brújula y la excelencia académica como guía, estamos seguros de que alcanzarán grandes logros y dejarán una huella positiva en el mundo de la medicina.

¡Éxito en este nuevo curso y que la ética sea siempre la estrella que ilumine su camino!

Atentamente

Mtro. Jesús Alejandro Hernández Solís
Universidad Quetzalcóatl
Departamento de Bioética y Desarrollo Humano



Contaminantes atmosféricos encontrados en tres parques urbanos de León, Guanajuato y sus posibles efectos en la salud.

Air pollutants found in three urban parks in León, Guanajuato and their possible effects on human health.

Camacho-Coronel X,* Saucedo-Lucero J,** Quintana-Rodríguez E,**
Esparza-Claudio J,** Salas Mendoza ML,[§] Hernández-Zepeda FO,^{§§} Orona-Tamayo D.**

*Centro de Estudios de Ortodoncia del Bajío. Irapuato. Guanajuato, México.

**Medio Ambiente y Biotecnología. CIATEC, León, Guanajuato, México.

[§]Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

^{§§}Escuela de Medicina Universidad Quetzalcóatl en Irapuato. Guanajuato, México.

RESUMEN

Introducción: la contaminación atmosférica es un fenómeno recurrente en las ciudades que puede provocar diversos problemas de salud, especialmente aquellos involucrados con las vías respiratorias, cardiovasculares, o neurológicos. Se conoce que el arbolado de parques urbanos en ciudades con alta densidad de población, pueden mitigar la alta exposición de gases contaminantes. No obstante, actualmente no se conoce a que nivel de concentración pueden encontrarse este tipo de contaminantes del aire, por lo que es una oportunidad viable evaluar el nivel de contaminación del aire en los parques urbanos.

Objetivo: cuantificar el nivel de gases contaminantes del aire como son el ozono, óxidos de nitrógeno y azufre, así como material particulado del tipo PM_{2.5} y PM₁₀ en tres parques urbanos como son Pio X, Chapalita y Panorama de León, Guanajuato en época de invierno.

Material y métodos: se seleccionaron tres parques urbanos como son Chapalita, Parque Pio X y Panorama de la ciudad de León, Gto., y se cuantificaron los niveles de gases contaminantes como O₃, NO₂ y SO₂, PM_{2.5} y PM₁₀ con diferentes sensores manuales. A su vez, también se evaluaron valores del monitoreo por parte del SEICA de Gto, y para comparar los niveles de los gases contaminantes ambientales de la ciudad y los parques que imperaron en esa época.

Resultados: encontramos que el parque Pio X, tuvo la mayor incidencia de NO₂ en los meses de diciembre y enero, seguido del O₃, y SO₂, similares a las encontradas en el parque Panorama y Chapalita. Estos rangos de gases contaminantes fueron superiores a los encontrados por el SEICA. Con respecto al material particulado PM_{2.5} y PM₁₀, el parque Panorama tuvo la mayor concentración de estos materiales los meses de enero y febrero, casos similares en los parques Chapalita y Pio X. Cabe señalar que las concentraciones de las PMs encontradas en los tres parques fueron superiores a las mediciones obtenidas por el SEICA, y son mayores a las recomendadas por OMS.

Conclusiones: el nivel de contaminantes del aire fue superior a los rangos permitidos en el estado de Gto, en los tres parques evaluados.

Palabras clave: Material particulado, enfermedades respiratorias, gases oxidantes del aire.

ABSTRACT

Introduction: Air pollution is a recurring phenomenon in cities that can lead to various health issues, especially those related to respiratory, cardiovascular, or neurological conditions. It is known that urban park tree cover in densely populated cities can mitigate the high exposure to air pollutants. Nonetheless, the level of concentration at which these types of air pollutants may be present is not well understood. As a result, it presents a viable opportunity to assess the air pollution levels in urban parks.

Objective: To quantify the level of air-polluting gases such as ozone, nitrogen oxides, and sulfur, as well as particulate matter of the PM_{2.5} and PM₁₀ type in three urban parks such as Pio X, Chapalita, and Panorama de León, Guanajuato in the winter.

Material and methods: Three urban parks were selected, such as Chapalita, Parque Pio X, and Panorama in the city of León, Gto., where the levels of polluting gases such as O₃, NO₂, and SO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ were quantified with different manual sensors. At the same time, monitoring values were also evaluated by the SEICA of Gto, and to compare the levels of environmental polluting gases in the city and the parks that prevailed at that time.

Results: We found that the Pio X park had the highest NO₂ incidence in the months of December and January, followed by O₃, and SO₂, similar to those found in the Panorama and Chapalita parks. These ranges of polluting gases were higher than those found by SEICA. Regarding PM_{2.5} and PM₁₀ particulate matter, Panorama Park had the highest concentration of these materials in the months of January and February, with similar cases in the Chapalita and Pio X parks. It should be noted that the concentrations of PMs found in the three parks were higher than the measurements obtained by SEICA, and are higher than those recommended by the WHO.

Conclusions: The level of air pollutants was higher than the ranges allowed in the state of Guanajuato, in the three parks evaluated.

Keywords: Particulate matter, respiratory diseases, oxidizing gases from the air.



INTRODUCCION

La contaminación del aire es una mezcla compleja de partículas no deseadas y material gaseoso liberado al medio ambiente, que genera un estrés en los seres vivos y en su entorno. La contaminación atmosférica se ha intensificado en las últimas décadas, impactando negativamente y de manera alarmante en la salud humana y calidad de vida de las personas, especialmente a los habitantes de las ciudades.^{1,2} Lo anterior se asocia especialmente a la exposición crónica a sustancias, partículas y gases tóxicos emitidos en grandes concentraciones por diferentes fuentes de emisión como fábricas y vehículos de combustión interna,³ las cuales pueden ingresar en los seres vivos e interactuar con biomoléculas celulares blanco, disminuyendo las capacidades fisiológicas de todos los organismos, incluidos los seres humanos.⁴

La contaminación del aire, el cambio climático y la reducción de la diversidad biológica son amenazas importantes para la salud humana con efectos perjudiciales sobre una variedad de enfermedades crónicas no transmisibles, en particular las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En las últimas décadas se ha observado un aumento en las enfermedades alérgicas incluyendo asma y rinoconjuntivitis. Hasta 40 % de la población mundial pueden presentar alguna enfermedad alérgica, representando un impacto significativo en la calidad de vida de quienes la padecen, siendo la contaminación ambiental una de las causas de su presentación.⁵

En las ciudades mexicanas, por norma, se monitorean diferentes tipos de contaminantes atmosféricos denominados "criterio", los cuales suelen ser los más abundantes y persistentes en las ciudades² son gases como el dióxido de azufre (SO_2), monóxido y dióxido de carbono (CO y CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3) y material particulado con diámetros de 2.5 y 10 μm (conocidos como $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10} , respectivamente). Estos establecimientos de monitoreo siguen las Normas Oficiales Mexicanas, como es la NOM-172-SEMARNAT-2019 la cual tiene por objeto "establecer los lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud, con el fin de informar de manera clara, oportuna y continua el estado de la calidad del aire, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas que se pueden tomar para reducir la exposición",⁶ además, se siguen las NOM-036-SEMARNAT-1993, NOM-038-SEMARNAT-1993 y NOM-037-SEMARNAT-1993, para los métodos y calibración de equipos para medir los contaminantes de O_3 , SO_2 y NO_2 , respectivamente⁷⁻⁹ también se tienen otras NOM que se requieren para la aplicación de esta norma, para evaluar cada uno de los contaminantes atmosféricos y los valores límites permisibles de contaminantes que se pueden presentar en el aire, como la NOM-020-SSA1-2014 para la concentración de O_3 , la NOM-022-SSA1-2010 para evaluar la calidad del aire respecto a las concentraciones de

SO_2 , la NOM-023-SSA1-1993 determina el valor normado de NO_2 , y la NOM-025-SSA1-2014 que establece los criterios de evaluación y valores límite permisibles de las partículas suspendidas de PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ en el aire.¹⁰⁻¹³

Se ha demostrado que estos contaminantes son altamente peligrosos para la salud humana incrementando las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, así como la incidencia del cáncer de pulmón,¹⁴ las cuales afecta principalmente a menores de edad y adultos mayores con alta susceptibilidad en las vías respiratorias. La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha estimado que la contaminación del aire, representa la cuarta causa de muertes a nivel mundial y en particular, cerca del 50 % de esas muertes pueden atribuirse a enfermedades respiratorias, y que más del 90 % de población mundial, vive en áreas urbanas con alta concentración de contaminantes en el aire que exceden los niveles permisibles.¹⁵

Una población altamente afectada por la contaminación del aire es la ciudad de León en el estado de Guanajuato. De acuerdo con el INEGI en su último censo del año 2020, describe que en el municipio de León hay poco más de 1,721,215 habitantes, siendo así uno de los 7 municipios más poblados de México, y que alberga poco más del 26.2% de los habitantes de todo el Estado.¹⁶ La alta densidad poblacional, el elevado parque vehicular, y las diferentes industrias, entre ellas la industria curtidora y del zapato son los motivos principales de la contaminación del aire en la ciudad de León.¹⁷ Esto ha resultado en que comúnmente se presente una mala calidad del aire, debido a los constantes reportes de niveles de concentración de dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3), compuestos orgánicos totales y partículas $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10} , a concentraciones por encima de lo establecido por la normatividad vigente.¹⁸ En este sentido, la Secretaría de Salud de Guanajuato, en el 2021, menciona que las principales causas de enfermedades respiratorias (fuera de COVID19) en la ciudad de León, fueron las infecciones respiratorias, con un 39.4 %, sin embargo, muchas de estas afectaciones tienen relación con la exposición a la contaminación ambiental del aire principalmente de zonas urbanas.¹⁹

La salud es un estado indispensable para todo ser vivo, el cual puede ser afectado por factores ambientales, sociales, genéticos, entre otros, por lo que, se busca tratar o prevenir enfermedades que nos puedan afectar por medio de programas que se enfocan en promocionar la salud. En León, Gto, se han implementado el plan de salud denominado como León saludable que consiste en promocionar la salud y prevenir enfermedades, para mantener el bienestar de los habitantes de los municipios por medio del Programa Municipal de Promoción de la Salud vinculando el trabajo de los ayuntamientos, los Comités Municipales de Salud, otros sectores y el personal de Salud Jurisdiccional y Municipal.²⁰ El objetivo del Plan de trabajo 2022, es seguir con el desarrollo de los programas y



proyectos municipales que fomentan la salud y prevención de enfermedades, teniendo en cuenta las prioridades nacionales, estatales y municipales de salud pública y en concordancia con el tercer objetivo de la agenda 2030 de la ONU.²⁰

Estos programas ayudarían a erradicar y prevenir las enfermedades que más afecta a las poblaciones, las cuales se presentan en el (cuadro 1), siendo las morbilidades más comunes en el municipio de León, Gto.²¹ Si bien, existen políticas públicas enfocadas al monitoreo y control de emisiones contaminantes en la ciudad de León, como lo es el programa ProAire donde se realizaron ocho estrategias que se desarrollaron en 33 medidas, en las que se redujeron los valores límite permisibles de las NOM para los contaminantes de O₃ y PM₁₀, que aplican para el ProAire de León y otros municipios de Gto., en la Zona Metropolitana de León se obtuvo un avance óptimo de 82 % correspondiente al periodo 2013-2019.²² Sin embargo, es claro que se requieren nuevas estrategias para mitigar sus efectos adversos. En este sentido los parques urbanos pueden brindar servicios ecosistémicos y contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad del aire y confort de la población, ya que la elevada presencia de árboles, arbustos y herbáceas funcionan como amortiguadores de temperatura, limitan zonas acústicas derivado del ruido vehicular, y son considerados los pulmones naturales para las ciudades, mostrando claros beneficios sociales, económicos y ambientales.

Los parques son microambientes urbanos donde la población general puede llevar a cabo actividades de esparcimiento, realizar actividades físicas, y tener un beneficio ambiental, ya que la vegetación puede purificar el aire contaminado, disminuyendo la interacción de los contaminantes con las personas. Sin embargo, muchos de esos parques en León, se encuentran rodeados de zonas con alta frecuencia vehicular, por lo que la densidad de la vegetación puede ser insuficiente para disminuir las altas concentraciones de contaminantes atmosféricos que perjudican la salud de la población. Con esto en mente, el objetivo de esta investigación fue cuantificar los contaminantes atmosféricos como NO₂, SO₂, O₃, así como material particulado PM_{2.5} y PM₁₀ en tres parques urbanos en época de invierno para evaluar su posible efecto en la salud de las personas que visitan esas áreas verdes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitios de estudio

En la (figura 1) se encuentran los parques seleccionados para este estudio. Los tres parques urbanos se encuentran en la ciudad de León, Guanajuato. El parque “Chapalita” está ubicado en la zona centro oeste de la ciudad (21° 7'33.50" N), con una superficie cercana a las 11 ha y con gran afluencia de

Cuadro 1. Principales enfermedades en el municipio de León, Gto. en el periodo 2020-2021.

Tipo de patología	Porcentaje de las principales causas de la morbilidad en el municipio de León Gto.
Respiratorias agudas	35.86
COVID-19	24.122.32
Infecciosas y parasitarias	22.32
Digestivas	7.1
Cardiovasculares	2.2
Endocrinas	2.18
Otras	6.59

*Datos obtenidos de la base de datos de la Secretaría de Salud de Guanajuato para el municipio de León durante el periodo 2020-2022.

personas, el parque “Valle del Campestre” conocido también como parque “Panorama” ubicado al norte de la ciudad con una superficie de casi 3 ha (21° 9'14.08"N), con alta afluencia vehicular, y el parque de la parroquia “Pío X” ubicado al sureste de la ciudad con aproximadamente una hectárea y alta densidad Arbórea (21° 6'38.57" N).

Monitoreo de contaminantes del aire

La medición de contaminantes criterio a nivel respirable dentro de los parques se realizó entre los meses de diciembre 2022 a febrero de 2023, en los cuales se seleccionaron tres puntos de muestreo por cada parque para mediciones mensuales. La concentración de los gases contaminantes medidos a nivel respirable se cuantificó mediante el uso de sensores personales (GrayWolf, USA. <https://graywolfsensing.com/>). Para ello, los muestreos de los gases como NO₂, SO₂, O₃ fueron colectados por muestreo pasivo, con un sensor Graywolf DSII-8, y detectados durante 15 min entre las 09:00 y 11:00 am. Para las PM_{2.5} y PM₁₀, se realizó por muestreo activo, con el sensor Graywolf Handheld 3016-IAQ, colectando un volumen de 5 L por muestra a un flujo constante de 250 mL/min. Las mediciones fueron realizadas con tres réplicas en cada una de las 3 zonas de muestreo por parque. Las concentraciones de dichos contaminantes se reportaron en ppm y se compararon con los valores límite del índice Aire y Salud (SEICA) del estado de Gto.²³

Análisis de datos

A partir de la base de datos generada respecto a los niveles de concentración de contaminantes se realizó un ANOVA

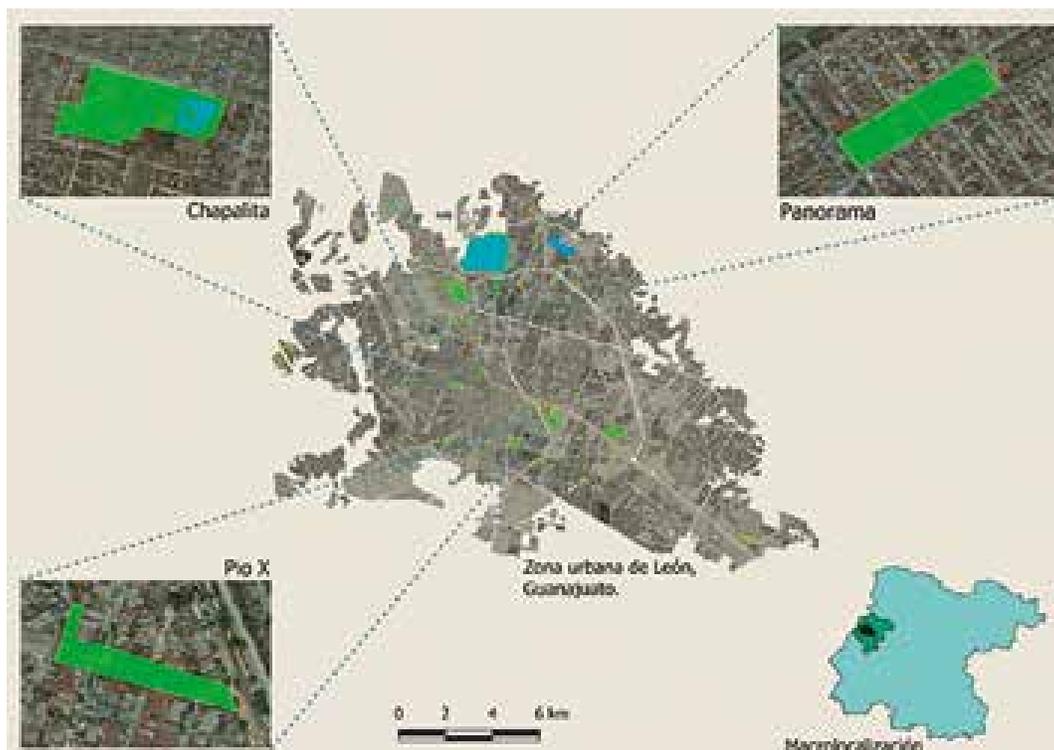


Figura 1. Parques urbanos evaluados en la ciudad de León, Gto.

de un factor a la par de una prueba *post hoc* de Fisher para determinar las diferencias significativas entre los parques y entre contaminantes. Para ello se utilizó el software SPSS.

RESULTADOS

Concentración de gases contaminantes del aire

En la (figura 2) se muestran los niveles de los gases contaminantes que se monitorearon a nivel respirable dentro de los parques. Estos mostraron una alta variabilidad entre meses y zonas de muestreo. El NO_2 fue el contaminante en mayores concentraciones, presentando valores promedio cercanos a 0.15 ppm en la mayoría de los parques, excepto en el parque Panorama durante el mes de diciembre del 2022 con valores de 0.02 ppm. Sin embargo, en los tres parques (Figura 2A-2C) se presentó un aumento estadísticamente significativo en la concentración del contaminante durante el periodo diciembre-febrero. Por ejemplo, en el parque Chapalita se incrementó la concentración desde 0.16 ppm a 0.19 ppm, en

el parque Panorama el aumento fue de 0.01 ppm a 0.2 ppm y en el parque Pio X el incremento fue de 0.16 ppm a 0.19 ppm.

Las concentraciones mínimas registradas de ozono fueron de 0 ppm y máximas de 0.06 ppm, sin ningún patrón general de cambio en sus concentraciones. Sin embargo, de manera particular, sus concentraciones aumentaron estadísticamente significativas de 0 ppm a 0.03 ppm en el parque Chapalita y de 0 ppm a 0.14 ppm en el parque Panorama en el periodo diciembre-febrero. En cambio, en el parque Pio X la concentración de este contaminante disminuyó de un máximo de 0.06 ppm en diciembre, a 0.02 ppm en febrero.

El SO_2 presentó valores menores de 0.002 ppm y mayores de 0.028 ppm. Su variación no fue significativa en los parques Chapalita y Panorama. En cambio, en el parque Pio X el pico máximo de SO_2 fue en enero, con una concentración de 0.028 ppm y un pico mínimo en febrero, con una concentración de 0.001 ppm.

En un sentido similar, los resultados se pueden comparar con las concentraciones mensuales móviles promedio que se registraron en el sistema de monitoreo de calidad del aire en la ciudad de León (cuadro 2).

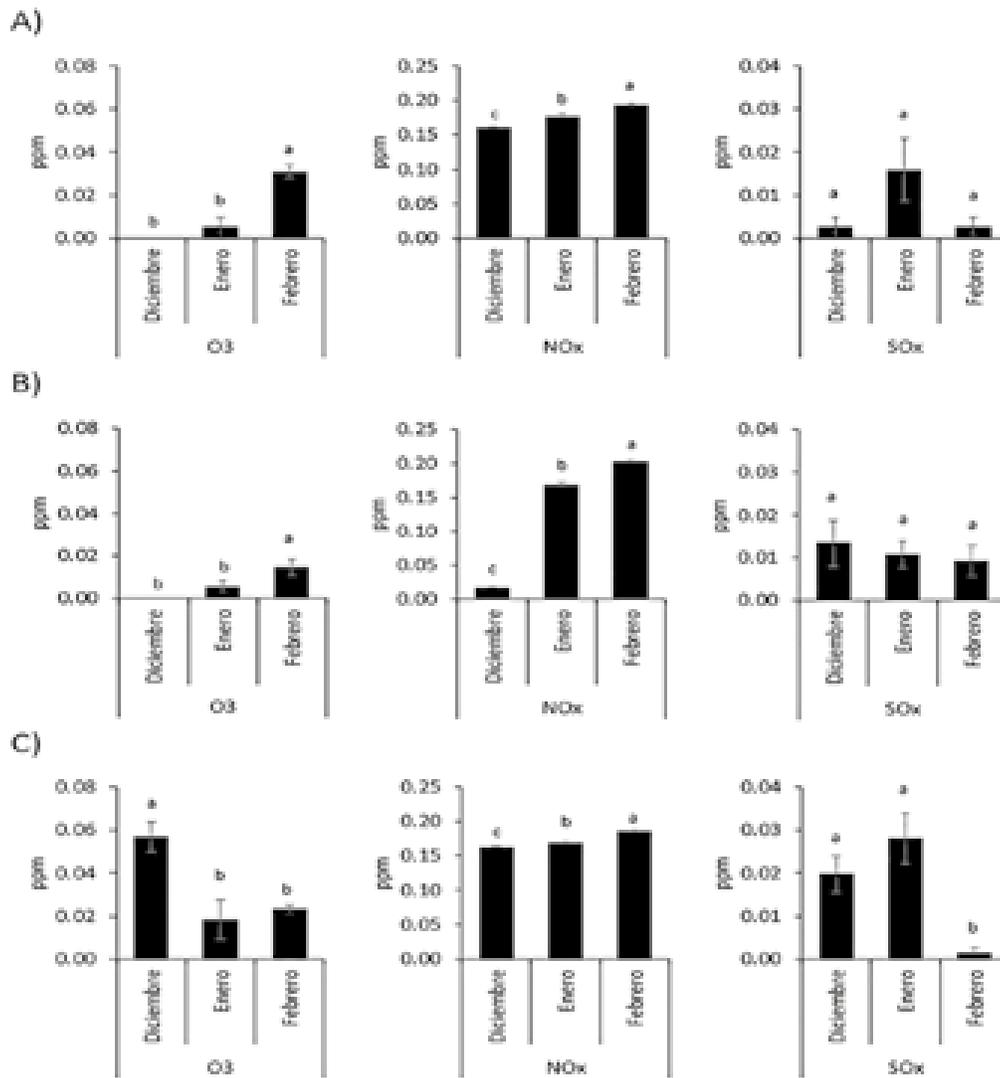


Figura 2. Contaminantes O₃, NO₂ y SO₂ en los diferentes parques muestreados en diciembre del 2022, enero y febrero del 2023. **A)** Parque Chapalita, **B)** Parque Panorama y **C)** Parque Pio X. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas p > 0.05 de acuerdo con un ANOVA y la prueba de Fisher.

Se resalta el hecho que, referente al O₃, SO₂ y NO₂, las concentraciones mensuales son más bajas que las detectadas en los parques. No obstante, tanto para los parques como para los niveles reportados en la ciudad, los niveles de estos contaminantes se encuentran dentro del rango de calidad "Aceptable" de acuerdo a las normativas que maneja la SMAOT (calidad mala: SO₂ 0.11-0.165 ppm, NO₂ 0.211-0.23 ppm, O₃ 0.096-0.135 ppm).²³

Evaluación de PM_{2.5} y PM₁₀

En el caso de las PM₁₀ sus concentraciones menores fueron de 39 ppm en diciembre y las mayores de 152 ppm en enero, ambas en el parque Panorama. En el parque Chapalita y en el parque Panorama, las concentraciones de PM₁₀ aumentaron significativamente de diciembre a enero. En el caso del parque Chapalita la concentración en diciembre fue de 72.8 ppm y

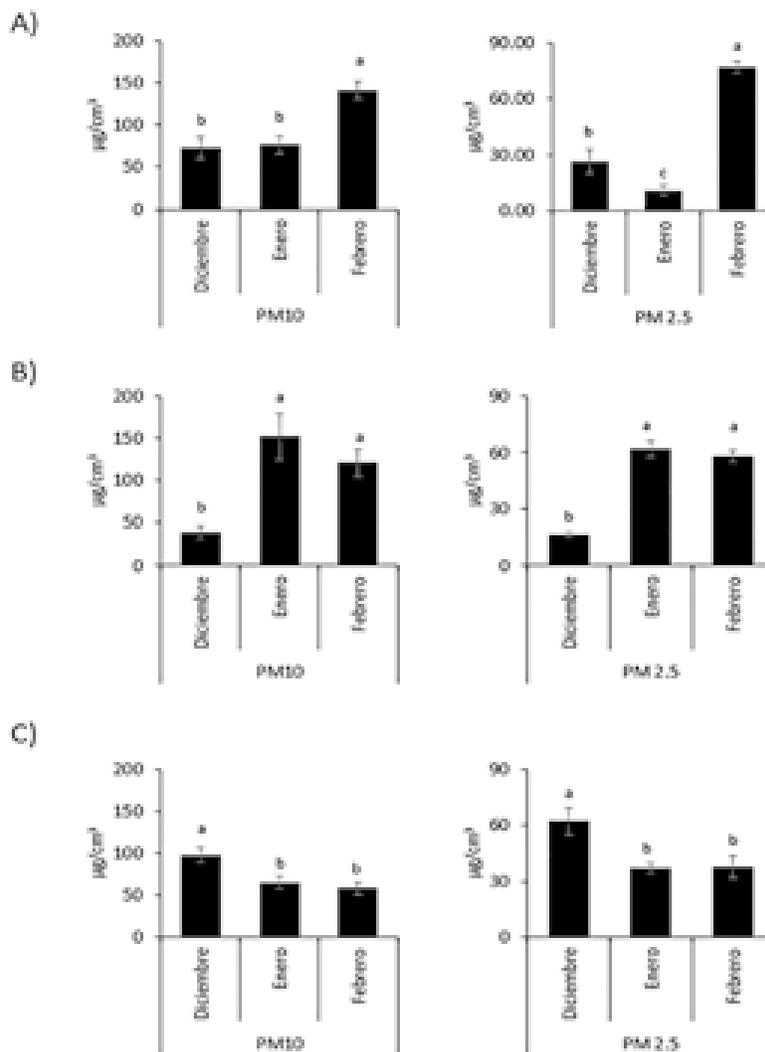


Figura 3. Contaminantes PM10 y PM2.5 en los diferentes parques muestreados en diciembre del 2022, enero y febrero del 2023. **A)** Parque Chapalita, **B)** Parque Panorama y **C)** Parque Pio X. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas $p > 0.05$, de acuerdo con un ANOVA y una prueba de Fisher..

en febrero de 141.3 ppm. Por el contrario, en el parque Pio X se observó una disminución, detectándose 97.84 ppm en diciembre y 58.64 ppm en febrero (**figura 3**).

Los contaminantes $PM_{2.5}$ tampoco mostraron un patrón compartido entre parques, con respecto a las concentraciones. Sin embargo, si hubo similitud con respecto a las concentraciones de las PM_{10} . Por ejemplo, en el parque Chapalita la concentración de las $PM_{2.5}$ cambió de 26.36 ppm en diciembre

a 76.89 ppm en el mes de enero. En el parque Panorama cambió de 16.56 ppm a un máximo de 62.06 ppm. Sin embargo, en el parque Pio X cambio de un máximo de 62.22 ppm a un mínimo en enero de 37.11 ppm (**figura 3**).

Al comparar los datos de partículas con los reportados por el SEICA se puede también observar que los niveles de partículas en los parques son mayores a los generales de la ciudad, especialmente al referirse a las $PM_{2.5}$, dado que los

**Cuadro 2.** Concentraciones mensuales móviles promedio de contaminantes atmosféricos selectos por estación de monitoreo en León Gto.

Mes	Estación	Concentración promedio* (ppm y $\mu\text{g}/\text{m}^3$) \pm D.E.				
		O ₃	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Diciembre	CICEG	0.022 \pm 0.017	0.008 \pm 0.001	0.012 \pm 0.006	70.07 \pm 31.791	18.874 \pm 5.739
	T21	N.A.**	N.A.**	N.A.**	62.433 \pm 40.387	N.A.**
	Facultad de medicina	0.021 \pm 0.015	0.009 \pm 0.001	N.A.**	51.165 \pm 25.992	17.975 \pm 4.620
Enero	CICEG	0.018 \pm 0.017	0.008 \pm 0.002	0.014 \pm 0.006	77.252 \pm 41.481	17.133 \pm 5.693
	T21	N.A.**	N.A.**	N.A.**	66.036 \pm 39.570	N.A.**
	Facultad de medicina	0.022 \pm 0.016	0.009 \pm 0.001	N.A.**	50.669 \pm 25.534	17.939 \pm 4.632
Febrero	CICEG	0.018 \pm 0.016	0.009 \pm 0.002	0.014 \pm 0.007	76.934 \pm 43.16	17.100 \pm 5.592
	T21	N.A.**	N.A.**	N.A.**	63.430 \pm 33.280	N.A.**
	Facultad de medicina	0.023 \pm 0.013	0.009 \pm 0.001	N.A.**	53.650 \pm 25.555	19.531 \pm 4.799

*Datos obtenidos de la base de datos del Subsistema Estatal de Información de Calidad del Aire del estado de Guanajuato para la ciudad de León.

**N.A. no aplica

niveles encontrados son mayores a los considerados como aceptables para la SMAOT (Calidad Mala, PM₁₀: 76-155 ppm, PM_{2.5}: 46-79 ppm).²³ En el caso de las PM₁₀, en ambos casos, los promedios mensuales detectaron niveles considerados peligrosos para la salud.

DISCUSIÓN

Este estudio provee datos sobre los contaminantes principales del aire encontrados en parques urbanos en la ciudad de León. En ese aspecto, el parque con mayor concentración de gases contaminantes y que se mantuvieron en los tres meses evaluados fue el parque Pio X (mayor concentración de NO₂ >> SO₂ >> O₃), seguido del parque Panorama (menor concentración de NO₂ >> SO₂ > O₃) y finalmente el parque Chapalita (bajas concentraciones de NO₂ > SO₂ > O₃). Sin embargo, estas concentraciones espaciales de los gases del tipo O₃, NO₂ y SO₂ fueron diferenciales en cada parque. Cabe resaltar que un contaminante en particular como el NO₂, persistió en los tres parques en altas concentraciones en los meses de diciembre, enero y febrero, en cambio los contaminantes como O₃ y el SO₂ tuvieron emisiones que no cambiaron en los tres meses monitoreados. Estos resultados fueron comparados con los obtenidos del SEICA del estado de Guanajuato, y encontramos que el NO₂ en la mayoría de los meses fue mayor en los tres parques analizados con respecto a las mediciones encontradas por el SEICA (**cuadro 2**) de la misma manera el SO₂ fue mayor en los parques Pio X y parque Panorama, en los meses de diciembre y enero, pero menores a los encontrados por el sistema SEICA, por último el O₃ fue drásticamente mayor en el parque Pio X, comparado

con las concentraciones menores encontradas en los parques Panorama y Chapalita, datos similares a los reportados del SEICA en las mismas fechas. Durante los periodos evaluados, indicarían que las altas concentraciones de estos gases contaminantes, particularmente en el parque Pio X, pudieron deberse a una alta tasa de emisión por parte de fábricas y automóviles que rodean la zona. En cambio, en los parques Chapalita y Panorama, esas bajas concentraciones de los tres gases cuantificados (O₃, NO₂ y SO₂) ninguno de ellos superó los límites máximos permisibles. Lo que indica que el arbolado urbano podría tener una alta capacidad para mitigar las concentraciones ambientales de los tres contaminantes en cada parque. La atenuación y disminución de la contaminación atmosférica es mediada por el arbolado urbano, y entre mayor sea el dosel arbóreo, la capacidad de intercambio de gases con las hojas será mayor.²⁴

Con respecto al material particulado en especial las PM₁₀, el parque Pio X en el mes de diciembre fue el que mostro la mayor concentración, seguido del parque Chapalita, y finalmente el parque Panorama, en el mes de enero esta concentración cambio, ya que el parque Panorama mostro mayor incidencia, seguido del parque Chapalita y Pio X, finalmente, en el mes de febrero no cambio esta tendencia ya que la concentración de PM₁₀ fue mayor en parque Chapalita seguido del parque Panorama y de Pio X. Caso contrario donde las PM_{2.5} tuvieron cambios mínimos en cada parque, ya que en el mes de diciembre el parque Pio X mostro la mayor concentración de este material y los parques Chapalita y Panorama mostraron tendencias similares. Para el mes de enero Panorama mostro un incremento seguido de Pio X y Chapalita, el último mes, Chapalita mostro su mayor concentración, seguido de Panorama y Pio X. Cabe mencionar, que



las concentraciones encontradas en los tres parques y en los meses establecidos, superaron los límites máximos permitidos de $PM_{2.5}$ y PM_{10} , indicando que en esos meses las actividades antropogénicas debieron aumentar significativamente y por esa razón contribuyeron en el aumento de la concentración de ambos materiales particulados.

A pesar de que los tres parques tienen alta densidad Arbórea para poder disminuir la concentración de contaminantes del aire (O_3 , NO_2 y SO_2 , $PM_{2.5}$ y PM_{10}) en cada entorno evaluado, no fue posible observar la disminución de los contaminantes.

En ese aspecto, la remoción de contaminantes del aire en parques urbanos es un proceso complejo, que puede ser afectado por varios factores que involucran la química atmosférica y tráfico urbano, temperatura, aire, condiciones de la vegetación, el dosel y densidad de plantas, la microestructura de la hoja y la fisiología celular a nivel micro molecular.^{24,25} Sin embargo, cada una de estas variables tiene que ser evaluada y considerar la tasa de eliminación de los contaminantes del aire y como el arbolado de los parques contribuye a esta eliminación.

En particular, las áreas verdes de los parques urbanos proveen sistemas integrales de mitigación para la eliminación de los contaminantes del aire como son las PM y otros tipos de gases altamente oxidantes que están contenidos en el aire, y que están directamente relacionados con enfermedades respiratorias en los seres humanos. Por ejemplo, el O_3 es un contaminante secundario, altamente oxidante para las células, que se forma foto-químicamente cuando los compuestos orgánicos volátiles reaccionan con los óxidos de nitrógeno (NO_2),²⁶ y sus concentraciones pueden afectar principalmente a niños y adultos mayores con problemas pulmonares, asma, así como otros tipos de personas que se ejercitan y se exponen a concentraciones elevadas.²⁷ Se conoce que el NO_2 reacciona muy fácilmente, y son formados cuando los combustibles son quemados por diferentes industrias o automóviles a altas temperaturas.²⁸ Las altas concentraciones de este gas en áreas urbanas, aumentan los efectos nocivos para los humanos, por ejemplo, sus reacciones causan irritación en los ojos, afectan la función de percepción sensorial, aumentan las infecciones pulmonares y problemas respiratorios en los humanos, ya que este gas puede penetrar profundamente en los pulmones incrementando las infecciones respiratorias.^{29,30} El SO_2 producido por la combustión de combustibles, puede mantenerse en la atmósfera por semanas, es altamente irritante y con olor desagradable, provocando efectos adversos en la salud como son tos severa, asma, bronquitis crónica.³¹

El dióxido de azufre influye en la remodelación de las vías respiratorias y el aumento en la prevalencia de síntomas y enfermedades respiratorias.³² Por otro lado, uno de los contaminantes más serios en ambientes urbanos son el material particulado, ya que las $PM_{2.5}$ y PM_{10} son generadas a partir de

la combustión de combustibles y de la abrasión y polvo del tráfico, respectivamente. Debido a la persistencia de estos materiales, ha sido probado que son altamente peligrosas para la salud humana.^{33,34}

El aumento repentino de los niveles de contaminantes ambientales debido al desarrollo industrial y el tráfico de vehículos de motor urbano ha afectado la calidad del aire y, en consecuencia, la gravedad y la mortalidad por enfermedades alérgicas.³⁵ Los contaminantes ambientales actúan sobre el sistema inmunológico y respiratorio en desarrollo, lo que aumenta la posibilidad de efectos negativos sobre la maduración estructural y funcional del aparato respiratorio en los niños.³⁶

Los escapes de automóviles, camiones y plantas de energía son las fuentes más importantes de dióxido de nitrógeno al aire libre, el cual es un precursor del smog fotoquímico que se encuentra en las regiones urbanas e industriales. La exposición al dióxido de nitrógeno se asocia con un aumento de las visitas a la sala de emergencias, las sibilancias y el uso de medicamentos entre los niños con asma.³⁷

La exposición a la contaminación del aire está asociada con el estrés oxidativo y la inflamación de las células humanas, lo que puede sentar las bases para enfermedades crónicas y el cáncer. En 2013, el Organismo internacional de investigación del cáncer de la Organización Mundial de la Salud clasificó la contaminación del aire como cancerígena para el ser humano.³⁸ En ese aspecto, estos contaminantes inicialmente interactúan con las células epiteliales del tracto respiratorio y, por lo tanto, inducen procesos inflamatorios que desencadenan daños en el corazón, daños las mucosas, y favorecen procesos oxidativos en la sangre y tejidos pulmonares³⁹ entre otras (**cuadro 1**).

El material particulado fino puede afectar la función de los vasos sanguíneos y acelerar la calcificación en las arterias. El personal de investigación del instituto NIEHS estableció vínculos entre la exposición diaria a corto plazo de mujeres posmenopáusicas a los óxidos de nitrógeno y un mayor riesgo de derrame cerebral hemorrágico. Según un informe del Programa Nacional de Toxicología (NTP), la exposición a la contaminación relacionada con el tráfico, también aumenta el riesgo de que una mujer embarazada sufra trastornos hipertensivos, los cuales son una de las principales causas de parto prematuro, bajo peso al nacer, además de enfermedad y muerte de madres y bebés. La exposición ocupacional al benceno, un químico industrial y componente de la gasolina, puede causar leucemia y está asociado con el linfoma no Hodgkin.³⁸

La contaminación es la principal causa ambiental de enfermedad y muerte prematura en el mundo de hoy. Las enfermedades causadas por la contaminación han sido responsables de aproximadamente nueve millones de muertes en los últimos cinco años, 16 % del total de muertes en todo el mundo.⁵



En años pasados según el censo realizado por secretaria de salud del estado de Guanajuato en la ciudad de León Gto. se registraron más de 50 % de muertes por enfermedades respiratorias en los últimos 3 años (**cuadro 1**) aunado claro a la aparición de la pandemia, las complicaciones respiratorias son de las patologías de mayor relevancia dentro de ciudades conurbanas.

La OMS ([https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)), ha sugerido mantener rangos de cada contaminante en el aire atmosférico urbano. Por ejemplo, los valores de los gases contaminantes cuantificados en los parques como son O_3 , NO_2 y SO_2 están por debajo de lo permitido, sin embargo, siguen siendo altos comparados con los obtenidos del SEICA. Por otro lado, el material particulado del tipo $PM_{2.5}$ y PM_{10} se recomiendan emisiones de 5-15 ppm y de 15-45 ppm, respectivamente, sin embargo, nuestras mediciones están muy por encima de estas mediciones. Si bien, las comparaciones entre los datos colectados y los reportados por el SEICA sirven como punto comparativo de la calidad de los parques con respecto a la calidad del aire general de la ciudad, hay que tomar en consideración las diferencias metodológicas entre la colecta de muestras realizadas en los parques, y los datos que proporciona las estaciones del SEICA.

Por una parte, la metodología aquí aplicada consiste en la medición personal al nivel y condiciones en las que un transeúnte normal estaría expuesto en los parques, con esto en mente, el alcance y área de influencia de las mediciones se limitan a los espacios donde se encuentran. Esto a diferencia de las mediciones del SEICA, cuyas instalaciones y métodos de medición se encuentran regidas por la normatividad nacional y estatal asociada a la medición de contaminantes atmosféricos,⁷⁻¹³ recalando aspectos críticos que difieren de la medición personal como el volumen de aire muestreado, equipos analíticos de análisis y lineamientos de la comunicación de los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

Es notable, que la urbanización y la industrialización conlleva tener avances económicos que benefician a una región en particular. Sin embargo, esos avances de una urbe involucran un aumento en la contaminación del aire que implica tener mayores riesgos ambientales que repercuten en la salud humana. Los parques incluyen una gran diversidad de especies de árboles que ayudan a mitigar la contaminación del aire, pero están siendo vulnerados por diferentes estreses que afectan su capacidad de intercambio y neutralización de gases contaminantes en zonas con alta densidad arbórea. En ese aspecto, se necesitan enfoques similares y medibles que nos permitan determinar que niveles de contaminantes del aire se

encuentran en otros parques, estas mediciones de contaminantes del aire en zonas de alta incidencia de personas, podría considerarse una herramienta clave para la evaluación futura de las estrategias de mitigación de contaminantes específicos como son O_3 , NO_2 y SO_2 , $PM_{2.5}$ y PM_{10} ; y poder proporcionar a entidades municipales la formulación de nuevas políticas como un valioso instrumento en la evaluación, gestión y/o diseño de en la infraestructura verde. Además de servir para la elaboración de planes de salud acorde a la actualidad de la ciudad de León Gto.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por IDEA-GTO del estado de Guanajuato (IDEAGTO/CONV/ 019/2022 para DOT).

REFERENCIAS

1. Ghorani-Azam A, Riahi-Zanjani B, Balali-Mood M. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences* 2016;21:1-12.
2. Enitan IT, Durwoju OS, Edokpayi JN, Odiyo JO. A review of air pollution mitigation approach using air pollution tolerance index (APTI) and anticipated performance index (API). *Atmosphere* 2022;13:374.
3. McCormack MC, Breyse PN, Hansel NN, *et al.* Common household activities are associated with elevated particulate matter concentrations in bedrooms of inner-city Baltimore pre-school children. *Environmental research* 2008;106:148-155.
4. Quintana-Rodríguez E, Beltrán-Ramírez, Flora, Orona-Tamayo, Domancar. Bienestar vegetal urbano y entorno social. In: *Infraestructura verde y sostenibilidad urbana: UNAM-IBERO*, 2023.
5. González-Díaz SN, Lira-Quezada CEd, Villarreal-González RV, Canseco-Villarreal JI. *Environmental pollution and allergy. Revista Alergia México* 2022;69:24-30.
6. NOM. Norma Oficial Mexicana: NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. No., 2019
7. NOM. Norma Oficial Mexicana: NOM-036-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. No., 1993
8. NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. No., 1993
9. NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. No., 1993
10. NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. No., 2014
11. NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente,



- con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. No., 2010
12. NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. No., 1993
 13. NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación. No., 2014
 14. Montone RA, Rinaldi R, Bonanni A, *et al.* Impact of air pollution on ischemic heart disease: evidence, mechanisms, clinical perspectives. *Atherosclerosis* 2023.
 15. Organization WH. WHO, global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide: executive summary. In: WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide: executive summary, 2021.
 16. INEGI. Datos demográficos en Guanajuato. 2020: <https://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gto/poblacion/default.aspx?tema=me&e=11>
 17. Hernández Avila A, Valdivia Alcalá R, Romo Lozano JL, Hernández Ortiz J, Cuevas Alvarado CM. Valoración económica para un mejoramiento ambiental en León, Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 2018; 9: 37-49.
 18. SMAOT. Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio y Precursores 2017:1-7. <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/calidad-del-aire/4/Inventario-de-Emisiones-de-Contaminantes-Criterio>.
 19. Secretaría de Salud de Guanajuato. SSG informa las 7 principales causas de enfermedad por la que la población guanajuatense inició el año. Programa de Trabajo Municipal de Promoción de la Salud Leon. Available at: <https://boletines.guanajuato.gob.mx/2023/01/24/ssg-informa-las-7-principales-causas-de-enfermedad-por-la-que-la-poblacion-guanajuatense-inicio-el-ano/>. Accessed: 26/07, 2023.
 20. MdL. Municipio de León. Comisión de Salud, Deporte y Recreación. Dictamen del Programa de Trabajo Municipal de Promoción de la Salud 2021-2024. No. https://www.leon.gob.mx/adminayuntamiento/archivos_gaceta/anexo-207-2049544574-Dictamen_Programa_de_trabajo_de_salud.docx
 21. SSEG. Secretaría de Salud del Estado de Guanajuato. Porcentaje de las principales causas de la morbilidad en el municipio de León Gto. No., 2020
 22. SMAOT. Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial: Informe de Resultados del ProAire para la Zona Metropolitana de León 2013-2019.
 23. Índice de Aire y Salud: Monitoreo Atmosférico en Guanajuato. Available at: <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/seica/monitoreo/>.
 24. Yin S, Shen Z, Zhou P, Zou X, Che S, Wang W. Quantifying air pollution attenuation within urban parks: An experimental approach in Shanghai, China. *Environmental pollution* 2011; 159: 2155-2163.
 25. Nowak D. Assessing urban forest structure: summary and conclusions. *Arboriculture & Urban Forestry* 2008; 34: 391-392.
 26. Hanna AF, Yeatts KB, Xiu A, *et al.* Associations between ozone and morbidity using the Spatial Synoptic Classification system. *Environmental Health* 2011; 10: 1-15.
 27. Zhang J, Wei Y, Fang Z. Ozone pollution: a major health hazard worldwide. *Frontiers in immunology* 2019; 10: 2518.
 28. Sharma N, Agarwal AK, Eastwood P, Gupta T, Singh AP. Introduction to air pollution and its control. *Air Pollution and Control* 2018:3-7.
 29. Fares S, Conte A, Alivernini A, *et al.* Testing removal of carbon dioxide, ozone, and atmospheric particles by urban parks in Italy. *Environmental Science & Technology* 2020; 54: 14910-14922.
 30. Zappitelli I, Conte A, Alivernini A, Finardi S, Fares S. Species-Specific Contribution to Atmospheric Carbon and Pollutant Removal: Case Studies in Two Italian Municipalities. *Atmosphere* 2023; 14: 285.
 31. Jion MMMF, Jannat JN, Mia MY, *et al.* A critical review and prospect of NO₂ and SO₂ pollution over Asia: Hotspots, trends, and sources. *Science of The Total Environment* 2023; 876: 162851.
 32. Krishnan S, Panacherry S. Asthma, environment and pollution: where the rubber hits the road. *The Indian Journal of Pediatrics* 2018; 85: 893-898.
 33. Seinfeld JH, Pankow JF. Organic atmospheric particulate material. *Annual review of physical chemistry* 2003; 54: 121-140.
 34. Thompson JE. Airborne particulate matter: human exposure and health effects. *Journal of occupational and environmental medicine* 2018; 60: 392-423.
 35. Organization WH. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. 2016.
 36. Arduzzo LR, Neffen HE, Fernández-Caldas E, *et al.* Intervención ambiental en las enfermedades respiratorias. *Medicina* 2019; 79: 123-136.
 37. D'Amato G, Bergmann KC, Cecchi L, *et al.* Climate change and air pollution: effects on pollen allergy and other allergic respiratory diseases. *Allergo Journal* 2014; 23: 32-38.
 38. NIH. La contaminación del aire y su salud. Available at: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/enfermedades/contaminacion/index.cfm>. Accessed: 02/09, 2023.
 39. Dondi A, Carbone C, Manieri E, *et al.* Outdoor Air Pollution and Childhood Respiratory Disease: The Role of Oxidative Stress. *International Journal of Molecular Sciences* 2023; 24: 4345.



La nutrición gestacional, ventana epigenética y el desarrollo de enfermedades crónico no transmisibles.

Gestational nutrition, epigenetic window and the development of chronic non-communicable diseases.

González-Castro Diana,* Soto-Rodríguez Guadalupe.*

*Laboratorio de Nutrición Clínica, Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue.

RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud las enfermedades crónicas no transmisibles como obesidad, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, cáncer y enfermedades respiratorias causan la muerte de 40 millones de personas cada año, son la primera causa de discapacidad, muerte prematura y requieren de tratamiento y cuidados a largo plazo, siendo un problema social y de salud mundial, por lo que es de gran importancia clínica conocer su origen y prevención. Existen factores genéticos, epigenéticos, hábitos y estilos de vida que contribuyen al desarrollo de estas enfermedades, además, el estado nutricional materno, el ambiente en el útero materno y metabolismo fetal tienen gran influencia, por tanto, la desnutrición, la sobrealimentación o la presencia de patologías maternas, generarán alteraciones metabólicas en el feto, conocidas como ventanas epigenéticas, las cuales pudieran predisponer a el infante a desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles en su etapa adulta. El objetivo de esta revisión narrativa es establecer cómo la nutrición de la madre en etapa gestacional afecta el estado nutricional del producto, condicionando un estado metabólico y fisiológico que puede modificar la expresión de genes en su etapa adulta, y actuar como un determinante epigenético predisponente al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles.

Palabras clave: Epigenética, Nutrición materna, Enfermedades crónico no transmisibles, Programación fetal.

Abstract

According to the World Health Organization, chronic non-communicable diseases such as obesity, type 2 diabetes mellitus, high blood pressure, cancer and respiratory diseases cause the death of 40 million people each year, are the leading cause of disability, premature death and require treatment and long-term care, being a global social and health problem, so it is of great clinical importance to know its origin and prevention. There are genetic, epigenetic factors, habits and lifestyles that contribute to the development of these diseases; in addition, the maternal nutritional status, the environment in the maternal uterus and fetal metabolism have great influence, therefore, malnutrition, overfeeding or the presence of maternal pathologies, will generate metabolic alterations in the fetus, known as epigenetic windows, which could predispose the infant to develop chronic non-communicable diseases in adulthood. The objective of this narrative review is to establish how the nutrition of the mother in the gestational stage affects the nutritional status of the product, conditioning a metabolic and physiological state that can modify the expression of genes in its adult stage, and act as an epigenetic determinant predisposing to development of chronic non-communicable diseases.

Keywords: Epigenetics, Maternal Nutrition, Non-Communicable Diseases, Fetal Programming.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) causan la muerte de 40 millones de personas cada año¹ y son la primera causa de discapacidad que requiere de tratamiento y cuidados a largo plazo.² Las ECNT como la obesidad, diabetes mellitus, cáncer, enfermedades cardiovasculares y pulmonares son

de origen multifactorial donde participan factores genéticos, metabólicos, hábitos alimenticios y estilo de vida, incluidas las toxicomanías, aseo del sueño y el sedentarismo.³

Uno de los factores que más parece contribuir a las ECNT es el ambiente en el útero materno, es decir el metabolismo fetal, que se establece por el estado nutricional materno, por tanto, la desnutrición, la sobrealimentación o la presencia de patologías, generará alteraciones metabólicas en el feto⁴⁻⁸



esto afecta la función y estructura de la placenta y, por tanto, el transporte de nutrientes, el aporte de energía, reducción de la angiogénesis y un aumento en marcadores de lipotoxicidad, inflamación y de estrés oxidativo.⁹

El objetivo de esta revisión narrativa es establecer cómo la nutrición de la madre en etapa gestacional afecta el estado nutricional del producto, lo cual condiciona a un estado metabólico y fisiológico que puede modificar la expresión de genes en su etapa adulta, y actuar como un determinante epigenético predisponente al desarrollo de ECNT.

Metodología: Tipo de estudio revisión narrativa en la que se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos electrónicas, Pubmed, Google Scholar, Scielo, *Web of Science* que respondieron a las palabras clave: programación fetal, epigenética, nutrición materna, enfermedades crónicas no transmisibles entre los años 2017-2023, se seleccionaron los artículos de investigación sobre los de revisión, y los libros pioneros del tema, en la búsqueda de artículos se recopiló mediante palabras claves como programación fetal 30 artícu-

los de las cuales se usaron 14, nutrición materna 40 artículos de las cuales se usaron 27, epigenética 20 artículos de las cuales se usaron 18, enfermedades crónicas no transmisibles 50 artículos de las cuales se usaron 9 artículos de las cuales se recopiló en su totalidad 68 referencias bibliográficas.

EPIGENÉTICA

La epigenética es la ciencia que estudia los cambios en la expresión de genes mediante mecanismos moleculares sin alterar la secuencia del ácido desoxirribonucleico ADN (**cuadro 1**), estos cambios epigenéticos son adaptativos, y heredables, inducidos por la dieta, ambiente, hábitos, estrés, comportamientos y conductas, los primeros 1000 días de vida se consideran un periodo crítico, ya que el recién nacido está sometido a una reprogramación epigenética, que modula procesos fisiológicos y metabólicos, cuyos efectos pueden ser irreversibles y tener consecuencias en la etapa adulta (**figura 1**).¹⁰⁻¹³

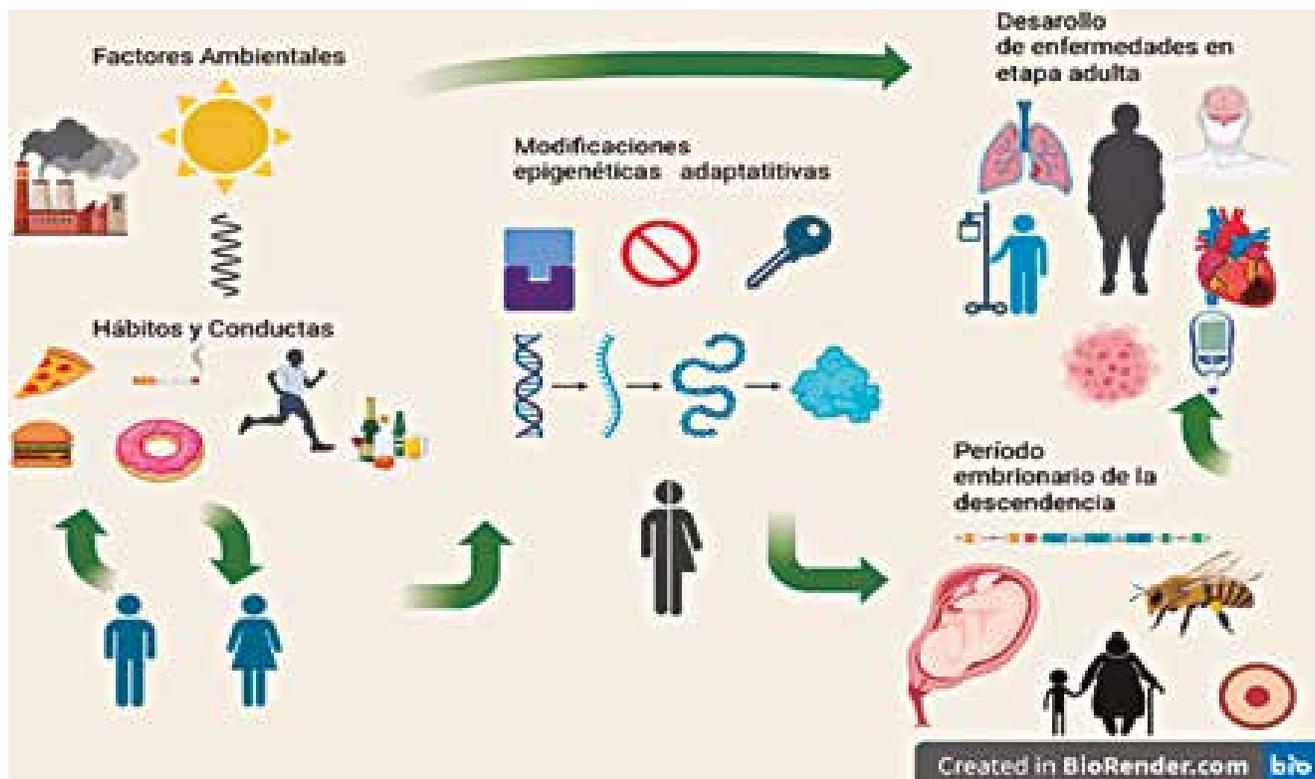


Figura 1. La información genética que se hereda de los progenitores puede ser modificada en la etapa embrionaria según el ambiente y hábitos, mediante cambios epigenéticos (expresión o silenciamiento de genes) que pueden ser permanentes y favorecer el desarrollo de ECNT.^{10,64,67}



Cuadro 1. Mecanismos de las modificaciones epigenéticas.⁶⁷

Metilación de genes	Adición de metilos en la cromatina para silenciar genes, crear candados epigenéticos que silencian los genes
Acetilación de la cromatina	Adición de acetilos en la secuencia de nucleótidos
Fosforilación de la cromatina	Adición de fosfatos en la secuencia de nucleótidos
Recolocar localización	Recolocar la localización de secuencias de ADN a distintas regiones del núcleo (periferia nuclear)
Moléculas de nucleótidos de RNA	Pequeñas moléculas de ARN, no codificantes (ARN micro y de interferencia)

Un ejemplo de regulación epigenética en la naturaleza es la diferenciación de abejas reina y obreras, ya que la fertilidad de la reina se obtiene por una dieta de jalea real que bloquea la expresión de la proteína ADN metiltransferasa silenciadora de genes (DNMT3A) relacionada con la reproductividad de las abejas obreras¹⁴ lo que destaca a la alimentación como modulador del encendido y apagado de los genes;¹⁵ Esto también se aplica a los fitoquímicos presentes en frutas y verduras, que, a través de mecanismos epigenéticos, tienen un efecto anticancerígeno, por lo que un consumo nulo se asocia con una mayor incidencia en el desarrollo de cáncer.¹⁶

En uno de los primeros estudios sobre la epigenética se encontró que los descendientes de mujeres embarazadas (tanto la generación F1 y F2), durante la hambruna holandesa de 1944-1945, mostraron una mayor predisposición a la obesidad, en comparación a padres y abuelos que no habían sufrido hambruna en su etapa prenatal.¹⁷ En otro estudio que se realizó en gemelos trabajadores de la NASA, donde uno de los gemelos vivió en el espacio durante un año, mientras que otro permaneció en la tierra, permitió comprobar que dos individuos con el mismo código genético, muestran variaciones en la expresión genética debido al ambiente, ya que el gemelo que fue al espacio presentó un aspecto más envejecido, mayor variación en sus patrones de metilación del ADN, alteraciones en genes relacionados con el sistema inmune, el metabolismo, el sistema cardiovascular, daño en el ADN y un acortamiento de telómeros en comparación con el que permaneció en la tierra.¹⁸

GEN Y FENOTIPO AHORRADOR

En 1962 Neel establece la hipótesis del genotipo ahorrador, la cual indica que las variaciones genéticas favorables en las antiguas poblaciones cazadoras y recolectoras, para enfrentar episodios de hambruna, se convirtieron en una desventaja actual; ya que el genoma humano ha permanecido sin cambios significativos en los últimos 5000 años, mientras que el ambiente se modificó de manera

sustancial, con el acceso ilimitado a los alimentos y una disminución drástica de la actividad física; así los cambios de hábitos de vida están relacionados con el desarrollo de enfermedades como la obesidad, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial.¹⁹

Barker en 1990, es uno de los primeros en establecer la relación entre la etapa gestacional y las ECNT, donde expone que el origen de la enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial y diabetes no insulino dependiente en adultos se relaciona con un retraso del crecimiento intrauterino, parto prematuro, bajo peso al nacer, desnutrición fetal y durante la primera infancia.²⁰

La teoría de Barker muestra la importancia del estado nutricional materno en etapa gestacional puesto que un ambiente adverso predispone a cambios metabólicos y a una programación genética, que favorece la supervivencia temprana, pero aumenta la predisposición a ECNT en etapas posteriores de la vida,²¹ esta se complementa con la teoría de Singhal y Lucas en su artículo: "*Early origins of cardiovascular disease: is there a unifying hypothesis?*" que señalan la importancia de la nutrición en las primeras etapas de vida posnatal, como una ventana epigenética para modificar la programación metabólica prenatal y la carga genética parental.^{22,23} Además, establecen que el crecimiento de recuperación postnatal acelerado, es decir niños recién nacidos con bajo peso y talla para su edad, que en un período corto de tiempo tienen un incremento significativo de peso, implica un mayor riesgo a largo plazo de complicaciones metabólicas.²² (**Figura 2**)

ALIMENTACIÓN MATERNA Y PROGRAMACIÓN FETAL

Desde que un ser es concebido está sometido a factores ambientales, genéticos y nutricionales que afectarán su niñez y etapa adulta, a esto se le conoce como programación fetal.^{24,25} La dieta es uno de los factores epigenéticos más importantes a lo largo de la vida, por tanto, el estado nutricional y el metabolismo de la madre en la etapa gestacional es determinante a la predisposición fetal al desarrollo de ECNT.²⁶⁻²⁸

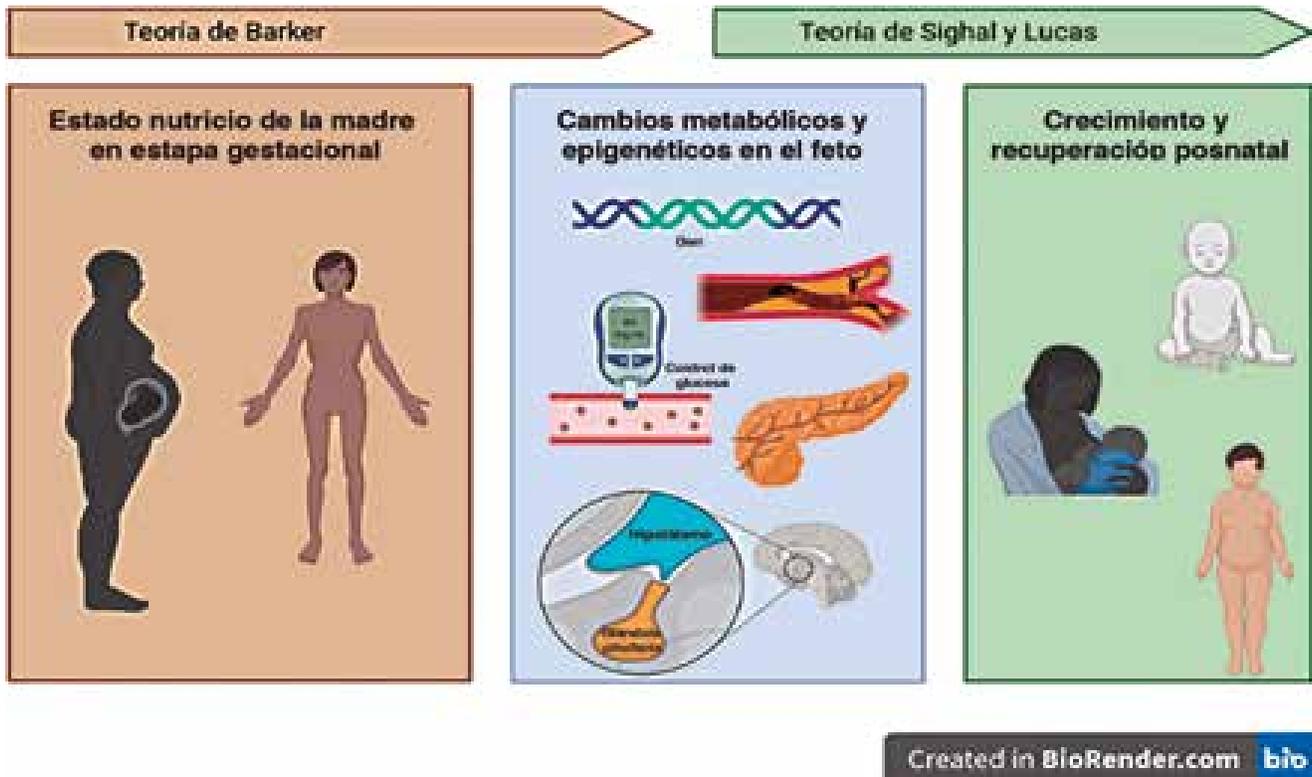


Figura 2. La “Teoría de Barker” o teoría de programación o el efecto programador intrauterino, demuestra la relación entre el desarrollo intrauterino y entorno; si la madre se encuentra en un estado de malnutrición que condicione al feto a una presión ambiental, propicia un estado de malnutrición fetal, cambios metabólicos y epigenéticos, condiciona anomalías en el desarrollo como bajo peso al nacer (BPN) enfermedades cardiovasculares (ECV), diabetes, hipertensión arterial, entre otras; Singhal y Lucas proponen que el crecimiento acelerado en niños prematuros tiene una asociación en un aumento en el riesgo de presentar indicadores de síndrome metabólico u obesidad.^{20,22,23}

La placenta es esencial para el feto, al ser el enlace entre éste y la madre, por tanto de su salud depende el embarazo, el desarrollo y crecimiento embrionario, es el medio de transporte de nutrientes y desechos, actuando durante la gestación como un órgano endócrino,²⁹ es capaz de adaptarse al ambiente para asegurar la sobrevivencia fetal,³⁰ actúa como un “amortiguador” ante el estrés materno, por lo que una alteración en su función se relaciona con diabetes gestacional, preeclampsia, restricción de crecimiento fetal y nacimiento prematuro.³¹

El tamaño de la placenta se relaciona con los efectos de la obesidad previa al embarazo, la diabetes mellitus gestacional, la ganancia de peso excesiva durante el embarazo y con enfermedades en la etapa adulta,³² efectos que son influenciados por la programación epigenética tanto materna como paterna y cuyos efectos repercuten en la salud intergeneracional;³³ puede inhibir o expresar genes en los tejidos y afectar

mecanismos como el crecimiento intrauterino, aparición de defectos del tubo neural, diabetes, hipertensión arterial, obesidad, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades extrauterinas.³⁴ Sin embargo, no se conocen, hasta la fecha todos los mecanismos que regulan esta organización epigenética, y es un área de investigación de creciente interés.³⁵

NUTRICIÓN MATERNA

La malnutrición perinatal de generaciones anteriores aumenta el riesgo de hiperglucemia en la edad adulta y predispone al desarrollo de la diabetes tipo 2, como lo demostró un estudio realizado sobre dos generaciones posteriores a la hambruna china de 1959-1961.³⁶

Las madres con sobrepeso y diabetes gestacional presentan alteraciones en el eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal



que altera a las células β pancreáticas, la actividad de la insulina y hormonas relacionadas con el control del apetito mediante la metilación del gen de leptina en la placenta, se afecta la homeostasis de la glucosa,³⁷ y predispone a los fetos a un aumento en la adipogénesis, procesos inflamatorios, que se relacionan con asma, alergias y otras enfermedades inmunitarias tempranas, se aumenta el riesgo de síndrome metabólico y obesidad durante la infancia o la edad adulta.⁶⁻⁸ La hiperinsulinemia fetal es inducida por obesidad materna, un aumento significativo de peso o una dieta alta en grasas o en fructosa en la madre gestante, además de la diabetes gestacional, entre otros factores y se debe a la activación intrauterina anormal de procesos inflamatorios, adipocinas y estrés del retículo endoplásmico.³⁸⁻⁴⁰

En modelos murinos se estableció que la hiperinsulinemia es transgeneracional, mediante una dieta alta en grasas que generó obesidad, resistencia a la insulina incluso en la segunda generación (F2), se presenta además una hiperleptinemia, asociada a una hipometilación del ADN, que finalmente induce una resistencia a la leptina y, por tanto, no hay control de la hiperfagia.⁴¹ Adicionalmente se aumenta la captación de glucosa mediada por el transportador de glucosa tipo 4 (GLUT4) en los adipocitos, y la adipogénesis por efecto de la adiponectina; esta dieta alta en grasas también disminuye la expresión de SIRT1, que funciona como un coordinador de la programación tisular a largo plazo, mediante el censo de nutrientes disponibles a nivel fetal. Este ambiente alterado en el útero materno (altos niveles de glucosa, triglicéridos, ácidos grasos libres, adiponectina, leptina, mediadores inflamatorios, estrés oxidativo) causa una alteración en el eje adipo-insular (leptina-insulina) que afecta a la regulación del apetito por el sistema nervioso central, el nivel de actividad, el balance energético y el metabolismo de los adipocitos.^{42,43}

Por el contrario, en madres con desnutrición, el feto desarrolla hiperfagia y una predilección por alimentos ricos en grasas, tiene índices aterogénicos alterados⁴⁴ que lo predispone a ECNT y una alteración en la función cognitiva relacionada a la disminución de la neurogénesis en el estado fetal, que se asocia con un envejecimiento cerebral prematuro durante la edad adulta en hombres.⁴⁵

La desnutrición en el útero disminuye el crecimiento, ya que el feto reduce el uso de sustratos y el índice metabólico como una respuesta para sobrevivir, lo que afecta el tamaño de los órganos, por ejemplo, la desnutrición en el último trimestre se asocia con una disminución irreversible en la función y número de nefronas, una tendencia a almacenar tejido adiposo visceral y a la hipertensión que puede finalmente predisponer a falla renal.⁴⁶⁻⁴⁸ También genera una disminución en la expresión del gen GLUT4 a nivel muscular, se altera el transporte periférico de glucosa y se promueve resistencia a la insulina, que requiere un aumento compensatorio en la secreción de insulina de células β pancreáticas lo que aumenta el riesgo a

desarrollar diabetes tipo 2,⁴⁹ lo que se corroboró en las crías de modelos animales sujetos a restricción proteica en el embarazo y lactancia, donde además sus adipocitos mostraron un aumento en la captación de glucosa basal e inducida por insulina, debido a una mayor actividad en el sustrato del receptor de insulina asociado con la fosfatidilinositol-3 cinasa.^{50,51}

La respuesta metabólica del feto dependerá del grado de desnutrición materno, una restricción moderada (aproximadamente del 30 % de la ingesta calórica), genera una disminución en el peso y talla, pero que se recuperará en los siguientes 20 días, mientras que con una restricción calórica severa (70 % de ingesta calórica) las crías sufren adiposidad, hipertensión, hiperinsulinemia, hiperleptinemia, actividad locomotora disminuida, e hiperfagia en la etapa adulta, la restricción materna de micronutrientes como hierro, calcio, zinc y magnesio, aumentan el porcentaje de grasa corporal y resistencia a la insulina.⁵⁰

Por tanto, en una condición ambiental no óptima, el embrión inicia mecanismos fisiológicos y celulares para su supervivencia, sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estas respuestas adaptativas embrionarias pueden aumentar el riesgo de ECNT en la edad adulta⁵² lo que demuestra la interacción dinámica entre el embrión y el entorno inmediato, así como los impactos a largo plazo para la salud de la descendencia.⁴⁴

INFLUENCIA PATERNA

En la actualidad comienza a tomarse en cuenta el papel paterno en la salud del feto, como un aporte epigenético y sus consecuencias a largo plazo, ya que si el entorno paterno, antes de la concepción está sometido a obesidad⁵³⁻⁵⁵ contaminantes ambientales,⁵⁶ disruptores endocrinos,⁵⁷ toxinas y hábitos,⁵⁸ como el tabaquismo, la ingesta de alcohol afecta el desarrollo de células germinales masculinas y aumenta el riesgo de que sus hijos desarrollen enfermedades crónicas.⁵⁸

En los espermatozoides, las modificaciones y edición del ácido ribonucleico (ARN) participan de manera activa en la transferencia de la información epigenética, que a menudo puede persistir durante al menos tres generaciones, por lo tanto, el estado nutricional preconcepcional de ambos progenitores afectará el futuro metabólico del producto,⁵⁹⁻⁶² por ejemplo en roedores machos con dietas elevadas en grupos metilo su descendencia mostró alteraciones neuronales y afectaciones en la plasticidad sináptica y una reducción en las oscilaciones theta.⁵⁸ Mientras que una dieta paterna baja en proteínas genera en los blastocitos una disminución de la expresión de genes implicados en la regulación de transcripción, síntesis de proteínas y en el metabolismo, al alterar la vía de proteína quinasa activada por AMP (AMPK),⁶³ sin



embargo, se requiere más investigación para evidenciar el papel del epigenoma paterno en la programación fetal ya que hasta el momento se han utilizado principalmente modelos murinos y falta su aplicación en humanos.

DISCUSIÓN

Mantener un estilo de vida saludable antes de la concepción, no sólo trae ventajas en la salud del individuo sino también a la salud de su progeñe.⁶³ Por lo tanto, evitar alteraciones metabólicas en el feto es el primer método preventivo el mantener un peso óptimo de los progenitores, ya que la inflamación sistémica en la madre con obesidad genera una afectación sobre la función inmune,⁴⁵ la remodelación arterial, la implantación y la composición de las células inmunitarias uterinas y su actividad celular,⁴ mientras que la obesidad paterna promueve el estrés oxidativo, afectando la calidad de los espermatozoides, que de igual forma predisponen al feto a ECNT.

Por lo cual tener una nutrición saludable en la etapa gestacional cubriendo los requerimientos de macro y micronutrientes (*cuadro 2*), no solo permite un crecimiento y desarrollo óptimo del feto, un buen estado nutricional materno, además disminuye la incidencia de complicaciones maternas y de alteraciones epigenéticas que pudieran afectar en un futuro a la progeñe.

La expresión de los genes es una sinergia con el entorno y su interacción dinámica entre hábitos, ambiente, ventanas epigenéticas, genoma y el fenotipo de un individuo.⁶⁴ Por lo que comprender los mecanismos maternos y embrionarios implicados en el desarrollo y su relación con la nutrición materna son críticos para desarrollar estrategias de intervención nutricional efectivas²⁰ y un diagnóstico temprano de riesgo a ECNT.⁶⁵ Toda la evidencia acumulada en humanos y modelos animales muestran que el periodo periconcepcional es una ventana epigenética clave en la que la dieta y los factores ambientales son un modulador del proceso de embriogénesis, metabolismo, adaptaciones en el desarrollo, la expresión genética y el riesgo a desarrollar ECNT en edad adulta.⁶⁶

Si bien se ha demostrado el impacto de la alimentación materna en la etapa gestacional, y se investiga el papel que tiene el estilo de vida paterno, todavía no hay una aplicación del concepto de programación fetal en la clínica, por lo que es importante profundizar en su conocimiento, para tener así, una herramienta en la prevención de las ECNT, que afectan a una gran parte de la población mundial y que representa un costo muy alto en los sistemas de salud: por tanto, el desarrollo de la atención predictiva, personalizada, preventiva y participativa, es un gran enfoque de las ciencias de la salud y la epigenética tiene un rol primordial en su aplicación ya que el reconocer el riesgo de desarrollar una ECNT desde la infancia, permitiría

Cuadro 2. Requerimiento mínimo de consumo diario para madres gestantes en los diferentes trimestres del embarazo.⁶⁸

Trimestre	Costo energético FAO/WHO/UNU	Proteína Bourges y col.	Hidratos de carbono Bourges y col.
Primero	85 kcal/día	1 g/kg/día	130 g/día
Segundo	285 kcal/día	+6 g/kg/día	130 g/día
Tercero	475 kcal/día	+11 g/kg/día	175 g/día

un enfoque de predicción-prevención, más que de atención a la enfermedad y sus posibles consecuencias.⁶⁷

CONCLUSIONES

Las ECNT son la primera causa de discapacidad, muerte prematura y requieren de tratamiento y cuidados a largo plazo, siendo un problema social y de salud mundial, por lo que es de gran importancia clínica conocer su origen y prevención.^{1,2}

Es de suma importancia establecer que la nutrición de la mujer gestante es determinante en el desarrollo de ECNT en la etapa adulta, mediante modificaciones epigenéticas, por lo que establecer el correcto tratamiento nutricio puede ser un método eficaz de prevención para disminuir su incidencia en las generaciones posteriores,⁵⁶ además, la información recolectada de los patrones epigenéticos y los factores inductores pueden resultar en terapias con mayor precisión e individualidad. Por tanto, es prioritario educar a la población sobre las posibles consecuencias del estado de salud, la nutrición materna-paterna y su posible efecto adverso a largo plazo, para proteger la salud pública en las generaciones futuras.

Hasta el momento no se conocen con exactitud todos los mecanismos de la regulación epigenética por lo que hace falta más investigación y que se fomente la aplicación clínica para aminorar el desarrollo, o las complicaciones de la enfermedad.⁵⁴

REFERENCIAS

1. Ebrahim S, Ordunez P, Lloyd-Sherlock P, McKee M, Martinez R, Soliz P. Improving the indicator for premature deaths from noncommunicable diseases. Bull World Health Organ [Internet]. 2020; 98(6): 438-40. Available from: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.20.254110>
2. Enfermedades no transmisibles [Internet]. Paho.org. [citado el 27 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>
3. Margarita Monge Zamorano, Santiago López Mendoza, Manuel, E. Méndez Abad, M.ª José Hernández González, Esperanza Viotá Puerta, Ma del Rosario Montesdeoca Alfonso. La



- importancia de los 1000 primeros días de vida. *Canarias pediátrica* 2020; vol. 44(1): 38-43.
4. Lecoutre S, Maqdasy S, Breton C. Maternal obesity as a risk factor for developing diabetes in offspring: An epigenetic point of view. *World J Diabetes* [Internet]. 2021; 12(4): 366-82. Available from: <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v12.i4.366>
 5. Kelly AC, Powell TL, Jansson T. Placental function in maternal obesity. *Clin Sci (Lond)* [Internet]. 2020; 134(8): 961-84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1042/CS20190266>
 6. Fleming TP, Watkins AJ, Velazquez MA, Mathers JC, Prentice AM, Stephenson J, et al. Origins of lifetime health around the time of conception: causes and consequences. *Lancet* [Internet]. 2018; 391(10132): 1842-52. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)30312-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30312-x)
 7. Roseboom TJ. Epidemiological evidence for the developmental origins of health and disease: effects of prenatal undernutrition in humans. *J Endocrinol* [Internet]. 2019; 242(1): T135-44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1530/JOE-18-0683>
 8. Aguilera Méndez A. La nutrición materna y la programación metabólica: el origen fetal de las enfermedades crónicas degenerativas en los adultos. *CIENC ergo sum* [Internet]. 2020; 27(3): e97. Available from: <http://dx.doi.org/10.30878/ces.v27n3a7>
 9. Shrestha D, Workalemahu T, Tekola-Ayele F. Maternal dyslipidemia during early pregnancy and epigenetic ageing of the placenta. *Epigenetics* [Internet]. 2019; 14(10): 1030-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/15592294.2019.1629234>
 10. González Martínez CJ. Epigenética y salud: un análisis desde el pensamiento complejo. *Rev salud bosque* [Internet]. 2019; 9(2): 31-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.18270/rsb.v9i2.2796>
 11. Sidorkiewicz I, Zaręba K, Wołczyński S, Czerniecki J. Endocrine-disrupting chemicals-Mechanisms of action on male reproductive system. *Toxicol Ind Health* [Internet]. 2017; 33(7): 601-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/0748233717695160>
 12. Breton-Larrievée M, Elder E; McGraw, Serge. DNA methylation, environmental exposures and early embryo development. *Animal Reproduction* [Internet]. 2019; 16 (3): 465-474. Available from: <https://doi.org/10.21451/1984-3143-ar2019-0062>
 13. Sweatt JD. The epigenetic basis of individuality. *Curr Opin Behav Sci* [Internet]. 2019; 25: 51-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.06.009>
 14. Kucharski R, Maleszka J, Foret S, Maleszka R. Nutritional control of reproductive status in honeybees via DNA methylation. *Science* [Internet]. 2008; 319(5871): 1827-30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1153069>
 15. Eckersley-Maslin MA, Alda-Catalinas C, Reik W. Dynamics of the epigenetic landscape during the maternal-to-zygotic transition. *Nat Rev Mol Cell Biol* [Internet]. 2018; 19(7): 436-50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41580-018-0008-z>
 16. Carlos-Reyes Á, López-González JS, Meneses-Flores M, Gallardo-Rincón D, Ruiz-García E, Marchat LA, et al. Dietary compounds as epigenetic modulating agents in cancer. *Front Genet* [Internet]. 2019; 10: 79. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2019.00079>
 17. Veenendaal MVE, Painter RC, de Rooij SR, Bossuyt PMM, van der Post JAM, Gluckman PD, et al. Transgenerational effects of prenatal exposure to the 1944-45 Dutch famine. *BJOG* [Internet]. 2013; 120(5): 548-53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0528.12136>
 18. Garrett-Bakelman FE, Darshi M, Green SJ, Gur RC, Lin L, Macias BR, et al. The NASA Twins Study: A multidimensional analysis of a year-long human spaceflight. *Science* [Internet]. 2019; 364(6436): eaau8650. Available from: <http://dx.doi.org/10.1126/science.aau8650>
 19. Ott R, Stupin JH, Loui A, Eilers E, Melchior K, Rancourt RC, et al. Maternal overweight is not an independent risk factor for increased birth weight, leptin and insulin in newborns of gestational diabetic women: observations from the prospective 'EaCH' cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth* [Internet]. 2018; 18(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12884-018-1889-8>
 20. Barker DJ. The fetal and infant origins of adult disease. *BMJ* [Internet]. 1990; 301(6761):1111. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.301.6761.1111>
 21. Sáez T, de Vos P, Sobrevia L, Faas MM. Is there a role for exosomes in foetoplacental endothelial dysfunction in gestational diabetes mellitus? *Placenta* [Internet]. 2018; 61: 48-54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.placenta.2017.11.007>
 22. Trandafir LM, Temneanu OR. Pre and post-natal risk and determination of factors for child obesity. *J Med Life*. 2016; 9(4): 386-91.
 23. Singhal A, Lucas A. Early origins of cardiovascular disease: is there a unifying hypothesis? *Lancet* [Internet]. 2004; 363(9421): 1642-5. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16210-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16210-7)
 24. Vasconcelos S, Ramalho C, Marques CJ, Doria S. Altered expression of epigenetic regulators and imprinted genes in human placenta and fetal tissues from second trimester spontaneous pregnancy losses. *Epigenetics* [Internet]. 2019; 14(12): 1234-44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/15592294.2019.1634988>
 25. Velazquez MA, Fleming TP, Watkins AJ. Periconceptional environment and the developmental origins of disease. *J Endocrinol* [Internet]. 2019; 242(1): T33-49. Available from: <http://dx.doi.org/10.1530/JOE-18-0676>
 26. Zeltser LM. Feeding circuit development and early-life influences on future feeding behaviour. *Nat Rev Neurosci* [Internet]. 2018; 19(5): 302-16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrn.2018.23>
 27. Strávik M, Jonsson K, Hartvigsson O, Sandin A, Wold AE, Sandberg AS, et al. Food and nutrient intake during pregnancy in relation to maternal characteristics: Results from the NICE birth cohort in northern Sweden. *Nutrients* [Internet]. 2019; 11(7): 1680. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu11071680>
 28. Kerr B, Leiva A, Fariás M, Contreras-Duarte S, Toledo F, Stolzenbach F, et al. Foetoplacental epigenetic changes associated with maternal metabolic dysfunction. *Placenta* [Internet]. 2018; 69: 146-52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.placenta.2018.04.006>
 29. Yang X, Hu R, Shi M, Wang L, Yan J, Gong J, et al. Placental malfunction, fetal survival and development caused by sow metabolic disorder: The impact of maternal oxidative stress. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2023; 12(2): 360. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/antiox12020360>
 30. Tarrade A, Panchenko P, Junien C, Gabory A. Placental contribution to nutritional programming of health and diseases: epigenetics and sexual dimorphism. *J Exp Biol* [Internet]. 2015; 218(Pt 1): 50-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.110320>
 31. Vuppalahadham L, Lager J, Fiehn O, Weiss S, Chesney M, Hasdemir B, et al. Human placenta buffers the fetus from adverse effects of perceived maternal stress. *Cells* [Internet].



- 2021; 10(2): 379. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/cells10020379>
32. Ouyang F, Parker M, Cerda S, Pearson C, Fu L, Gillman MW, et al. Placental weight mediates the effects of prenatal factors on fetal growth: The extent differs by preterm status. *Obesity* (Silver Spring) [Internet]. 2012; Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2012.88>
33. Bhadsavle SS, Golding MC. Paternal epigenetic influences on placental health and their impacts on offspring development and disease. *Front Genet* [Internet]. 2022; 13: 1068408. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2022.1068408>
34. Bedregal P, Shand B, Santos MJ, Ventura-Juncá P. Aportes de la epigenética en la comprensión del desarrollo del ser humano. *Rev Med Chil* [Internet]. 2010; 138(3). Available from: <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872010000300018>
35. Lapehn S, Paquette AG. The placental epigenome as a molecular link between prenatal exposures and fetal health outcomes through the DOHaD hypothesis. *Curr Environ Health Rep* [Internet]. 2022; 9(3): 490-501. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40572-022-00354-8>
36. Li J, Liu S, Li S, Feng R, Na L, Chu X, et al. Prenatal exposure to famine and the development of hyperglycemia and type 2 diabetes in adulthood across consecutive generations: a population-based cohort study of families in Suihua, China. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2017; 105(1): 221-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.116.138792>
37. Ren J, Cheng Y, Ming ZH, Dong XY, Zhou YZ, Ding GL, et al. Intrauterine hyperglycemia exposure results in intergenerational inheritance via DNA methylation reprogramming on F1 PGCs. *Epigenetics Chromatin* [Internet]. 2018; 11(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13072-018-0192-2>
38. Shrestha D, Workalemahu T, Tekola-Ayele F. Maternal dyslipidemia during early pregnancy and epigenetic ageing of the placenta. *Epigenetics* [Internet]. 2019; 14(10): 1030-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/15592294.2019.1629234>
39. St-Germain LE, Castellana B, Baltayeva J, Beristain AG. Maternal obesity and the uterine immune cell landscape: The shaping role of inflammation. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2020; 21(11): 3776. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms21113776>
40. Dow ML, Szymanski LM. Effects of overweight and obesity in pregnancy on health of the offspring. *Endocrinol Metab Clin North Am* [Internet]. 2020; 49(2): 251-63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecl.2020.02.005>
41. Seneviratne SN, Rajindrajith S. Fetal programming of obesity and type 2 diabetes. *World J Diabetes* [Internet]. 2022; 13(7): 482-97. Available from: <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v13.i7.482>
42. Breier BH, Vickers MH, Ikenasio BA, Chan KY, Wong WP. Fetal programming of appetite and obesity. *Mol Cell Endocrinol* [Internet]. 2001; 185(1-2): 73-9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0303-7207\(01\)00634-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0303-7207(01)00634-7)
43. Zhu Z, Cao F, Li X. Epigenetic programming and fetal metabolic programming. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2019; 10: 764. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2019.00764>
44. Franke K, Gaser C, Roseboom TJ, Schwab M, de Rooij SR. Premature brain aging in humans exposed to maternal nutrient restriction during early gestation. *Neuroimage* [Internet]. 2018; 173: 460-71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.10.047>
45. Gould JM, Smith PJ, Airey CJ, Mort EJ, Airey LE, Warricker FDM, et al. Mouse maternal protein restriction during preimplantation alone permanently alters brain neuron proportion and adult short-term memory. *Proc Natl Acad Sci U S A* [Internet]. 2018; 115(31): E7398-407. Available from: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1721876115>
46. Barker DJ. In utero programming of chronic disease. *Clin Sci (Lond)* [Internet]. 1998; 95(2): 115-28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1042/cs0950115>
47. Seneviratne SN, Rajindrajith S. Fetal programming of obesity and type 2 diabetes. *World J Diabetes* [Internet]. 2022; 13(7): 482-97. Available from: <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v13.i7.482>
48. Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C, Thornburg KL. Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease. *N Engl J Med* [Internet]. 2008; 359(1): 61-73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra0708473>
49. Seneviratne SN, Rajindrajith S. Fetal programming of obesity and type 2 diabetes. *World J Diabetes* [Internet]. 2022; 13(7): 482-97. Available from: <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v13.i7.482>
50. Mark H. & Deborah M. (2010). Prenatal nutritional influences on obesity risk in offspring. *Nutrition and Dietary Supplements* (1210): 137-149. <https://doi.org/10.2147/NDS.S8555>
51. de Oliveira E. Can insulin resistance or secretion be programmed earlier in life? *J Diabetes Metab* [Internet]. 2013; 01(S13). Available from: <http://dx.doi.org/10.4172/2155-6156.s13-002>
52. Wang C, Liu X, Gao Y, Yang L, Li C, Liu W, et al. Reprogramming of H3K9me3-dependent heterochromatin during mammalian embryo development. *Nat Cell Biol* [Internet]. 2018; 20(5): 620-31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41556-018-0093-4>
53. Liu Y, Chen S, Pang D, Zhou J, Xu X, Yang S, et al. Effects of paternal exposure to cigarette smoke on sperm DNA methylation and long-term metabolic syndrome in offspring. *Epigenetics Chromatin* [Internet]. 2022; 15(1): 3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13072-022-00437-8>
54. Nannini DR, Joyce BT, Zheng Y, Gao T, Liu L, Yoon G, et al. Epigenetic age acceleration and metabolic syndrome in the coronary artery risk development in young adults study. *Clin Epigenetics* [Internet]. 2019; 11(1): 160. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13148-019-0767-1>
55. Bonini MG, Sargis RM. Environmental toxicant exposures and type 2 diabetes mellitus: Two interrelated public health problems on the rise. *Curr Opin Toxicol* [Internet]. 2018; 7: 52-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cotox.2017.09.003>
56. Soubry A, Hoyo C, Butt CM, Fieuws S, Price TM, Murphy SK, et al. Human exposure to flame-retardants is associated with aberrant DNA methylation at imprinted genes in sperm. *Environ Epigenet* [Internet]. 2017; 3(1): dxv003. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/eep/dvx003>
57. Aitken RJ. Reactive oxygen species as mediators of sperm capacitation and pathological damage. *Mol Reprod Dev* [Internet]. 2017; 84(10): 1039-52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/mrd.22871>
58. Ryan DP, Henzel KS, Pearson BL, Siwek ME, Papazoglou A, Guo L, et al. A paternal methyl donor-rich diet altered cognitive and neural functions in offspring mice. *Mol Psychiatry* [Internet]. 2018; 23(5): 1345-55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/mp.2017.5>
59. Dunford AR, Sangster JM. Maternal and paternal periconceptional nutrition as an indicator of offspring metabolic syndrome risk in later life through epigenetic imprinting: A systematic review. *Diabetes Metab Syndr* [Internet]. 2017; 11: S65-62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2017.04.021>



60. Soubry A. POHaD: why we should study future fathers. *Environ Epigenet* [Internet]. 2018; 4(2): dvy007. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/eep/dvy007>
61. Sharma U. Paternal contributions to offspring health: Role of sperm small RNAs in intergenerational transmission of epigenetic information. *Front Cell Dev Biol* [Internet]. 2019; 7: 215. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fcell.2019.00215>
62. Zhang Y, Zhang X, Shi J, Tuorto F, Li X, Liu Y, et al. Dnmt2 mediates intergenerational transmission of paternally acquired metabolic disorders through sperm small non-coding RNAs. *Nat Cell Biol* [Internet]. 2018; 20(5): 535-40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41556-018-0087-2>
63. Godfrey KM, Reynolds RM, Prescott SL, Nyirenda M, Jaddoe VVW, Eriksson JG, et al. Influence of maternal obesity on the long-term health of offspring. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2017; 5(1): 53-64. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587\(16\)30107-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587(16)30107-3)
64. Abraham E, Rousseaux S, Agier L, Giorgis-Allemand L, Tost J, Galineau J, et al. Pregnancy exposure to atmospheric pollution and meteorological conditions and placental DNA methylation. *Environ Int* [Internet]. 2018; 118: 334-47. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2018.05.007>
65. Schroeder DI, LaSalle JM. How has the study of the human placenta aided our understanding of partially methylated genes? *Epigenomics* [Internet]. 2013; 5(6): 645-54. Available from: <http://dx.doi.org/10.2217/epi.13.62>
66. Watkins AJ, Dias I, Tsuru H, Allen D, Emes RD, Moreton J, et al. Paternal diet programs offspring health through sperm- and seminal plasma-specific pathways in mice. *Proc Natl Acad Sci U S A* [Internet]. 2018; 115(40): 10064-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.18063>
67. Arceo Martínez MT, Valadéz-Graham V, Palomera-Sanchez Z. Epigenética: candados y llaves durante la lectura del ADN. *Rev digit univ* [Internet]. 2020; 21(6). Available from: <http://dx.doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.6.4>
68. Ledesma S. *Manual de fórmulas antropométricas.* McGraw-Hill Companies; 2005.



Quiste paratiroideo no funcionante en mediastino superior abordado por toracoscopia: reporte de caso y revisión de la literatura.

Non-functioning Parathyroid Cyst in the Upper Mediastinum Managed by Thoracoscopy: Case Report and Literature Review.

Fernández Ramírez Natalia,* Soto Rodríguez Alexandra,* Salmerón Corral Alejandra Monserrat,**
Acosta Yebra Lilian Danae,*** Pacheco Valencia Verónica del Carmen,§ Serrano Ramos Javier Enrique.¶¶

*Médico pasante de servicio social; **Medicina Anatomopatológica, (HGI). ***Jefatura de enseñanza e investigación, (HGI).
§Anestesiología, Hospital General de Irapuato. ¶¶Cirugía Oncológica, (HGI).

Hospital General de Irapuato (HGI).

RESUMEN

El quiste paratiroideo es una entidad poco frecuente que comúnmente suele confundirse con tumoraciones cervicales y nódulos tiroideos. Usualmente son asintomáticos y su diagnóstico se basa en un hallazgo histopatológico. Su localización fuera del área cervical es incluso más rara, se estima un porcentaje menor al 1% con poco menos de 300 casos reportados en la literatura.

Los quistes paratiroideos se pueden subdividir en 2 categorías principales, según su actividad hormonal: funcionantes (predominan en pacientes de mayor edad) y no funcionantes (son los más frecuentes).

El diagnóstico de los quistes paratiroideos es complejo ya que no poseen manifestaciones clínicas específicas y las lesiones primarias a nivel del mediastino son de entidad infrecuente y un grupo histopatológico heterogeneo dada la diversidad de estructuras que se encuentran en el mismo. Estos se determinan basándonos en la ecografía cervical y el análisis del líquido de la punción-aspiración por aguja fina.

Se presenta el caso de una mujer de 49 años, mexicana, eutiroides, sin antecedentes de enfermedades crónico-degenerativas, que presentó disfagia y tumor cervical. La paciente contaba con tomografía axial computarizada en la cual se observó una lesión homogénea localizada en la porción retroesternal, superior, paralela a la tráquea y esófago, motivo por el cual fue enviada al servicio de Cirugía Oncológica, donde se le realizó un abordaje vía toracoscopia por el cual se logra resear completamente el quiste. Posteriormente se envió la pieza para estudio histopatológico el cual reportó quiste paratiroideo. El diagnóstico final fue corroborado por tinción inmunohistoquímica, la cual, comprobó que se trataba de un quiste paratiroideo no funcionante.

Palabras clave: Quiste paratiroideo, tumor cervical, retroesternal, toracoscopia, inmunohistoquímica, no funcionante.

Abstract

A parathyroid cyst is a rare entity, commonly confused with a brain tumor or a thyroid nodule. It's commonly asymptomatic and the diagnosis is based on a histopathological finding. To find it located outside of the cervical area it's even rarer, with a percentage lower than 1% and less than 300 reported cases in books.

Parathyroid cysts can be subdivided into 2 main categories, according to their hormonal activity: functioning (they predominate in older patients) and non-functioning (they are the most common).

The diagnosis of parathyroid cysts is complex since they don't have specific clinical manifestations and primary lesions at the level of the mediastinum are rare and a heterogeneous histopathological group given the diversity of structures found therein. These are determined based on cervical ultrasound and analysis of the fluid from fine needle aspiration.

Here exemplified, is the case of a 49-year-old, Mexican, euthyroid woman, with no precedents of any chronic-degenerative diseases, who presented dysphagia and a cervical tumor. The patient had a computed tomography scan which pointed to a homogeneous lesion located in the upper retrosternal area, parallel to the trachea and the esophagus, which is why she was sent to the oncology surgery unit, where she underwent a thoracoscopy in which the cyst was completely resected. Later the piece was sent to be examined by histopathological research, which reported a parathyroid cyst. The final diagnosis was verified by immunohistochemistry, proving that it was a dysfunctional parathyroid cyst.

Keywords: Parathyroid cyst, cervical tumor, retrosternal, thoracoscopy, immunohistochemistry, dysfunctional.



INTRODUCCIÓN

Los quistes paratiroideos son lesiones relativamente raras, que representan menos del 0,5 % de las patologías de las glándulas paratiroides y representan del 1 al 5 % de las masas en el cuello. La primera descripción fue realizada por Sandström en 1880, mientras que el primer informe de escisión quirúrgica de un quiste paratiroideo fue realizado por Goris en 1905.¹

Los quistes paratiroideos se pueden subdividir en 2 categorías principales, según su actividad hormonal: funcionantes (predominan en pacientes de mayor edad) y no funcionantes (son los más frecuentes). En los primeros existe aumento de hormona paratiroidea (PTH) en el plasma que condiciona hipercalcemia, mientras que en los segundos la PTH sólo está elevada en el líquido del quiste sin originar hipercalcemia.²

Su origen es incierto. Los sitios comunes en los que se detectan son la parte anterior del cuello y el mediastino. La presentación clínica depende de la localización y su presentación radica por dos características: el tamaño y la relación anatómica de su ubicación.

De acuerdo con la Revista de la Sociedad Otorrinolaringológica de Castilla y León, Cantabria y La Rioja, se postulan cuatro teorías que ocasionan quistes paratiroideos:

1. Son restos embrionarios de tejido de las bolsas faríngeas de tercer o cuarto arcos branquiales
2. Surgen de la fusión de microquistes paratiroideos que frecuentemente son hallazgos incidentales en el análisis histológico
3. Se deben al resultado de una degeneración central y licuefacción del tejido cuando aparecen en el contexto de un adenoma
4. Son una forma de quiste de retención causada por una acumulación de secreciones.³

Fortson JK, describe tres teorías en 2001:

1. Ontogénica, por persistencia de restos de células primordiales paratiroides de la tercera y cuarta hendidura branquial
2. Coalescencia de microquistes en una paratiroides normal. Estos microquistes pueden hipersecretar y generar un quiste solitario
3. Degeneración quística de un adenoma paratiroideo.¹

En la mayoría de los casos son asintomáticos y se encuentran de forma incidental, aunque también hay reportes de lesiones clínicamente sintomáticas por compresión de estructuras vecinas, las cuales ocasionan tos y disnea.⁴ Otros síntomas que pueden aparecer son disfagia, dolor, sensación de cuerpo extraño y síndrome de la vena cava inferior.⁵ Se manifiesta en pacientes de cualquier edad, aunque es más

aparente entre la segunda y la quinta décadas de la vida y es casi cuatro veces más frecuente en mujeres que en hombres.¹

El diagnóstico de los quistes paratiroideos es complejo ya que no poseen manifestaciones clínicas específicas y las lesiones primarias a nivel del mediastino son de entidad infrecuente y un grupo histopatológico heterogéneo dada la diversidad de estructuras que se encuentran en el mismo.¹ Estos se determinan basándonos en la ecografía cervical y el análisis del líquido de la punción-aspiración por aguja fina.⁶

En el caso del quiste paratiroideo, típicamente el líquido es de aspecto claro, trasparente, como “agua de roca” aunque se han descrito casos en la literatura en que el aspecto es marronáceo similar al del nódulo tiroideo quístico. El líquido del quiste contiene invariablemente niveles elevados de hormona paratiroidea. Sin embargo, los niveles de calcio dentro del quiste son variables.⁷

La tomografía axial computarizada y la resonancia magnética nuclear pueden estar indicadas cuando existe una masa a nivel cervical o mediastínico que no se ha logrado caracterizar con los métodos diagnósticos previamente descritos. El diagnóstico final se alcanza mediante el análisis anatomopatológico de la lesión.⁷

El tratamiento inicial del quiste de paratiroides es la PAAF. Es una técnica fácil, segura, diagnóstica y terapéutica. Si hay recurrencia del quiste después de dos o más aspiraciones, algunos autores recomiendan escleroterapia con tetraciclina o etanol, pero describen la neurotoxicidad y parálisis del nervio laríngeo recurrente como complicaciones potenciales de este procedimiento.⁸

La escisión quirúrgica se recomienda para quistes recurrentes y quistes funcionantes, ya que pueden estar asociados con otras alteraciones de las glándulas paratiroides o patología tiroidea.^{9,10} No hay informes de malignización de quistes paratiroideos no funcionantes.⁸

Se considera de interés comunicar el caso de una mujer de 49 años portadora de un quiste paratiroideo a nivel de mediastino superior, el cual, por compresión de estructuras vecinas presentó disfagia progresiva y sensación de cuerpo extraño, cuyo diagnóstico fue establecido por tinción inmunohistoquímica, la cual, comprobó que se trataba de un quiste paratiroideo no funcionante.

REPORTE DE CASO

Femenina de 49 años, casada, católica, mexicana, ocupación en limpieza del hogar, primaria completa, residente en Irapuato, Guanajuato.

Niega Diabetes Mellitus 2, hipertensión arterial y otros crónicos degenerativos, niega oncológicos. Alergias negadas. Quirúrgicos histerectomía y septoplastía. Tabaquismo y etilismo negado. Gesta 5, partos 5 .

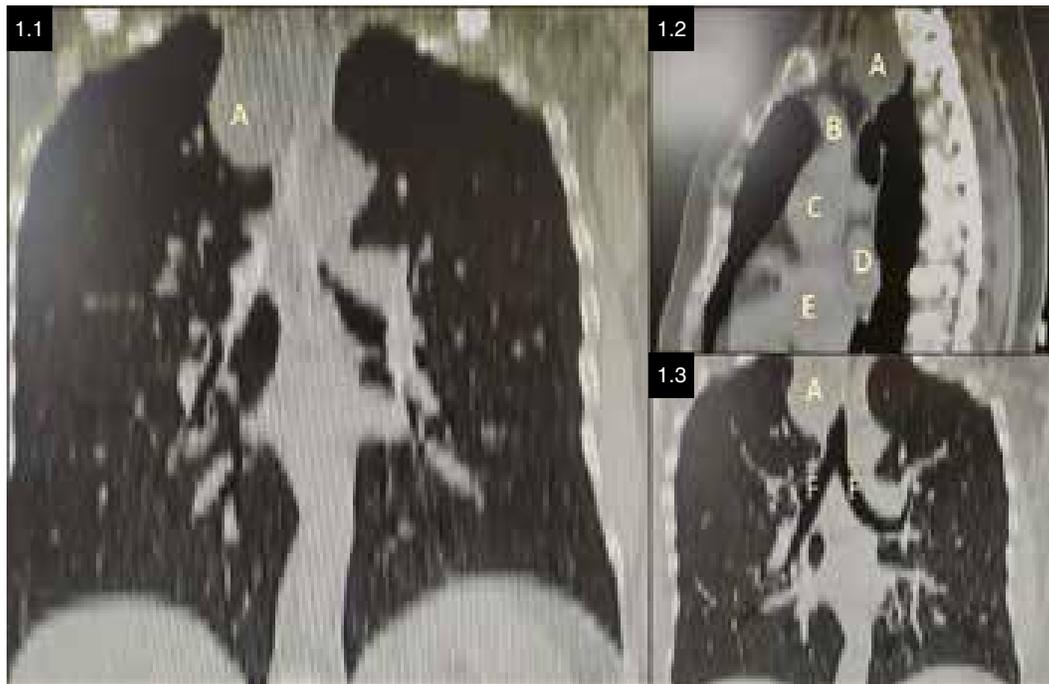


Figura 1. 1: Corte coronal: **A)** quiste paratiroideo; **2:** Corte sagital: **A)** quiste paratiroideo, **B)** cayado aórtico, **C)** aurícula derecha, **D)** arteria pulmonar derecha, **E)** ventrículo derecho; **1.3** Corte coronal: **A)** quiste paratiroideo, **F)** bronquio derecho e izquierdo.

Inicia su padecimiento hace 4 años con sensación de cuerpo extraño en faringe y disfagia progresiva. Es valorada por el servicio de Otorrinolaringología y Gastroenterología donde se le realiza endoscopia y laringoscopia sin hallazgos patológicos en ambos, por lo que se decide toma de tomografía axial computarizada (TAC) de tórax donde se observa masa cervical, por lo cual es referida al servicio de Cirugía Oncológica.

Al momento de la consulta refiere disfagia para sólidos y líquidos sin presentar pérdida de peso ni sintomatología de disfunción tiroidea. Presenta estudios de laboratorio dentro de los parámetros normales, ultrasonido hepato biliar que reporta hígado graso, TAC simple y contrastada de tórax y cuello de marzo del 2022 donde se observa una lesión homogénea localizada en la porción retroesternal, superior, paralela a la tráquea y esófago, la cual comprime levemente, pero aparentemente sin depender de ninguna de estas dos estructuras, dicha lesión refuerza sólo periféricamente al contraste, sin otros datos patológicos (*figura 1*). Se decide enviar a toma de biopsia percutánea, la cual no se puede realizar, se comenta a la paciente sobre realizar toracotomía para intento de biopsia escisional y acepta.

Se realiza resección de tumor por toracoscopia sin complicaciones (*figura 2*). Se encuentra tumor paratraqueal derecho, localizado en el mediastino posterosuperior de 4 x 5 cm, color rojo, con contenido líquido color café, adherido levemente a estructuras adyacentes. Se envía al servicio de Anatomía Patológica, donde se reporta como quiste paratiroideo, rodeado de cápsula de tejido fibroconectivo con inflamación crónica severa, hemorragia reciente y antigua, con presencia de cristales de colesterol (*figura 3*). Se estudian laminillas de tejido embebido en parafina para inmunomarcación para hormona paratiroidea (PTH) y se confirma el diagnóstico de quiste paratiroideo.

Actualmente la paciente se refiere asintomática. Se encuentra en buen estado general, abordajes quirúrgicos bien cicatrizados, sin dolor. Resto sin datos por comentar.

DISCUSIÓN

Los quistes paratiroideos son una entidad poco frecuente y solo se han recogido en la literatura poco más de 200 casos.¹¹ Se presentan en ambos sexos con aumento de predominio

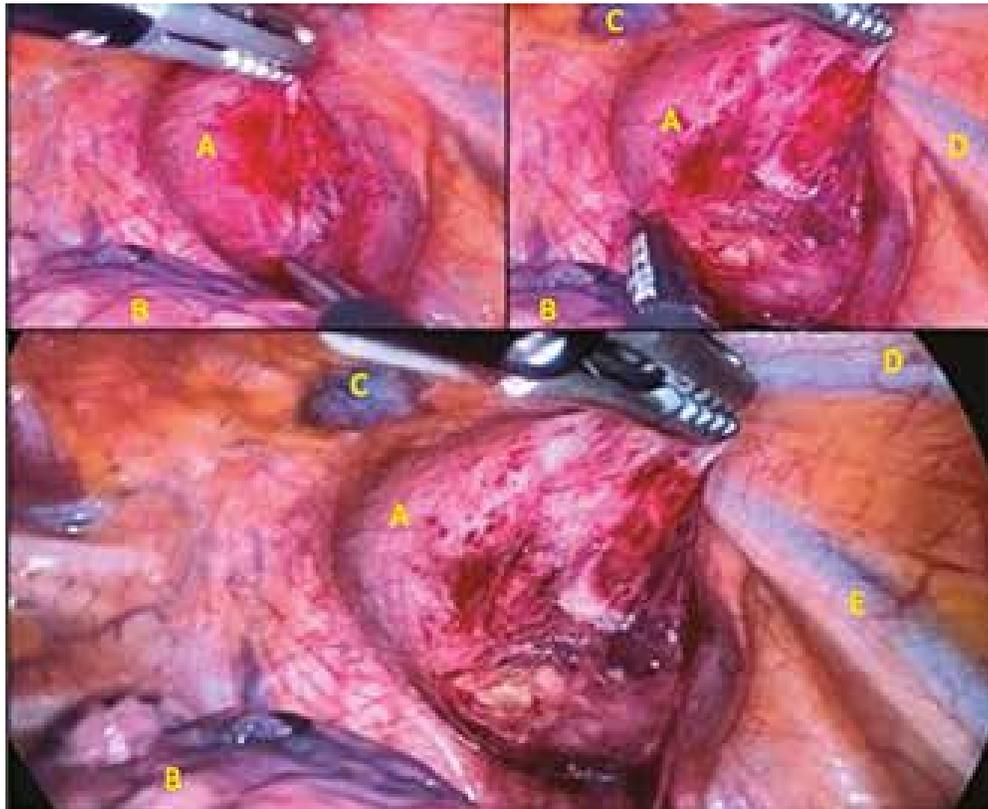


Figura 2. A) Quiste paratiroideo; B) Pulmón derecho; C) Vena subclavia; D) Vena torácica interna; E) Vena cava.

en las mujeres entre la cuarta y quinta década de la vida.⁸ En nuestro caso, corresponde tanto el predominio de sexo como la edad de presentación, ya que hablamos de una mujer de 49 años.

La gran mayoría se localiza en las glándulas paratiroides inferiores y puede ocurrir en sitios ectópicos, especialmente en el timo y el mediastino.¹² Alrededor del 10 % de los casos se visualizan en el mediastino, más a menudo en el mediastino anterior.¹³ Con base a nuestra investigación, actualmente en México sólo se cuenta con un caso reportado de quiste paratiroideo.

Por ser lesiones poco habituales pueden presentarse con manifestaciones clínicas característica como tos, disnea, disfagia, dolor, sensación de cuerpo extraño o manifestaciones sistémicas dependiendo de la funcionalidad.^{14,15} Las manifestaciones que se presentaron en nuestra paciente iniciaron aproximadamente hace 4 años con sensación de cuerpo extraño en faringe y disfagia progresiva; sin mostrar

manifestaciones sistémicas, ya que se corroboró que el quiste encontrado era no funcionante.

Respecto a los quistes no funcionantes parece que el origen es congénito del 3º arco branquial.³ Esto viene avalado porque es más frecuente en las glándulas paratiroides inferiores.¹⁶ Con base a estos datos, podemos sospechar que la etiología de este caso es posiblemente congénita.

Los quistes paratiroides son de difícil diagnóstico, la TAC y la ecografía se utilizan antes de la operación para distinguir una masa sólida o quística, pero no pueden diferenciar eficazmente los quistes tiroideos de los paratiroides.¹⁷

A pesar de que muchas veces no se puede llegar a un diagnóstico certero, se puede limitar el diagnóstico diferencial a una reducida lista, para determinar la conducta a seguir de manera más precisa.¹⁸

En esta ocasión, la sospecha diagnóstica fue por hallazgo tomográfico donde se encontró una lesión homogénea localizada en la porción retroesternal, superior, paralela a la tráquea

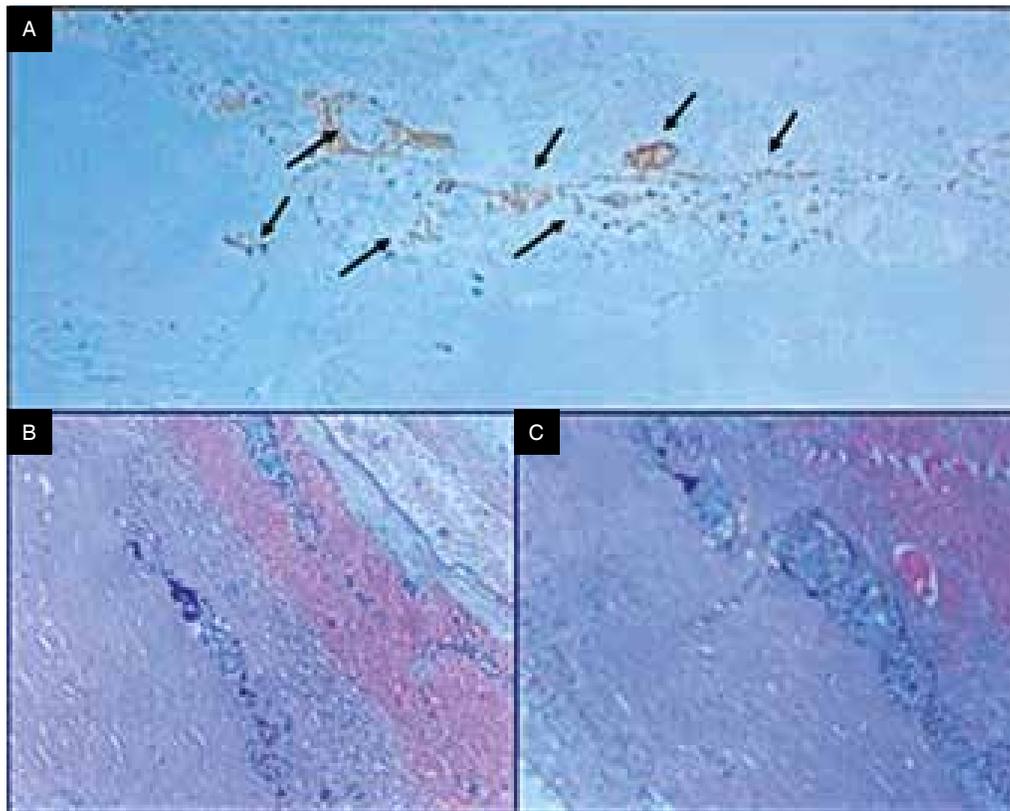


Figura 3. A) Tinción de Inmunohistoquímica que muestra positividad a hormona paratiroidea; B) y C) Tinción de HyE que muestra cápsula de quiste con hemorragia y presencia de células paratiroideas en tejido fibroconectivo.

y esófago, la cual comprimía levemente, pero sin depender de ninguna de estas estructuras. Dicha lesión reforzaba sólo periféricamente al contraste. Ya que el diagnóstico definitivo se basa en el aspecto histopatológico junto con los niveles de calcio y PTH en el líquido obtenido mediante aspiración con aguja fina o escisión posquirúrgica, se decidió realizar un abordaje por medio de toracoscopia.

El abordaje por toracoscopia para resección de quiste paratiroideo, actualmente no está reportado en México. Se decidió dar este manejo debido a que es un procedimiento de mínima invasión, el cual disminuye la posibilidad de complicaciones, además de que se requiere un periodo de tiempo menor para llegar a la recuperación.

En cuanto a los quistes paratiroideos mediastínicos, deben distinguirse de las lesiones vasculares, teratomas, lipomas, adenopatías, neuromas, timomas, quistes broncogénicos, linfagomas, higromas quísticos, quistes y tumores de esófago. Algunos autores sugieren que las neoplasias malignas

mediastínicas y las metástasis deben considerarse en el diagnóstico diferencial, especialmente en los ancianos.¹⁹

CONCLUSIÓN

Actualmente, en Latinoamérica se cuentan con 18 casos reportados, de los cuales 6 son en Colombia, 4 en Chile, 4 en Brazil, 2 en Argentina, 1 en Venezuela, y 1 en Cuba. De estos reportes, se notifica como tratamiento la aspiración del quiste y manejo quirúrgico.

Cabe mencionar que actualmente no se cuenta con reporte de quiste paratiroideo a nivel mediastinal en México. En base a una ardua investigación, no se encontró ningún caso que haya reportado un abordaje quirúrgico por medio de toracoscopia para resección de quiste paratiroideo a ningún nivel, como fue en este caso.

Nos pareció importante reportar este caso clínico por la relevancia de tres situaciones; la primera es el sitio de loca-



lización tan poco común (mediastinal), la segunda es el tipo de abordaje quirúrgico realizado (toracoscopía) y por último, el país en el que se presenta (México).

Ya que se trata de una entidad poco frecuente, su manejo aún no se encuentra estandarizado, por lo que consideramos que reportar este caso y el manejo vía toracoscopía puede aportar información importante para futuros casos que se presenten con un tratamiento de mínima invasión a comparación con lo descrito en la literatura.

ASPECTOS ÉTICOS DEL ESTUDIO

El estudio fue aprobado por la Institución y se cuenta con el consentimiento informado escrito y firmado por la paciente.

REFERENCIAS

1. Pérez P, Juan Antonio, Poblete S, María Teresa, & Salem Z, Christian. Quiste paratiroideo sintomático: A propósito de un caso. Chile: Scielo, 2003; (4): 131.
2. Fuentes Valdés E, Escarpanter González JC, López Díaz A, Trujillo Y, Infante Amorós A, *et al.* Quiste de paratiroides gigante como presentación de una tumoración cervical. Revista Latinoamericana de Hipertensión, 2021, 17(4): 303-305.
3. Pardal Refoyo JL, Sarmiento IU. Quistes no funcionantes de paratiroides: diagnóstico y tratamiento. 2011, Revista de la Sociedad Otorrinolaringológica de Castilla y León, Cantabria y La Rioja.
4. Erráez-Jaramillo PJ, Ortiz-Hidalgo C. Patología básica de las glándulas paratiroides. 2021. Patología Rev Latinoam. 2021; 59: 1-14.
5. Papavramidis Theodosios S, Chorti Angeliki, Pliakos Ioannis, *et al.* Parathyroid cysts: A review of 359 patients reported in the international literature. Medicine 97(28): p e11399, July 2018.
6. Espinoza Colindres L, Molina Rodríguez MA, González Casado, Gracia Bouthelie R. Quiste paratiroideo: diagnóstico diferencial de tumoración cervical. An Pediatr 2003; 58(2): 188-90.
7. Vélez Romero MÁ, Muñoz Moreno D, AñezRamos RJ, Ágreda García J. Quiste de paratiroides gigante como presentación de una tumoración cervical. Revista Latinoamericana de Hipertensión. 2022; 17(4): 303-305.
8. Amondarain Arratibel, José Antonio. Quiste paratiroideo e hiperparatiroidismo. Cirugía Española; 2008: 97-98.
9. Pazos-Guerra M, Moraga-Guerrero I, Ramos- Carral E, Pérez-Candel X, Ochagavía-Cámara S. Hiperparatiroidismo primario secundario a quiste paratiroideo funcionante. Rev Esp Casos Clin Med Intern (RECCMI). 2023: 53-55.
10. Duque C, Velez A, Penagos A, & Londoño A. Caso clínico: Quiste paratiroideo. Revista de la Sociedad Peruana de Cirugía de Cabeza-cuello y craneofacial. 2013.
11. Uchida, N., Yoshida, M., Matsui, Y., & Notsu, T. A case report of a functioning mediastinal parathyroid cyst with no 99mTc-MIBI uptake. International Journal of Surgery. 2018.
12. González, A. R., Aristizábal, N., Aguilar, C., Palacios, K., Pérez, J. C., Vélez-Hoyos, A., Duque, C. S., & Sanabria, Á. Parathyroid cysts: the Latin-American experience. 2011, Gland Surg.
13. Arrangoiz R, Margain D, Cordera F, Cava D, *et al.* Parathyroid Cyst: Case Report and Literature Review. American Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery. 2019.
14. Díaz, A. Large non-functioning substernal parathyroid cyst: A case report and review of the literature. International Journal of Surgery Case Reports, 2022: 4-5.
15. Pontikides N, Karras S, Kaprara A, Cheva A, Doumas A, Botsios D, Moschidis A, Efthimiou E, Wass J, Krassas G. Diagnostic and therapeutic review of cystic parathyroid lesions. Hormones (Athens). 2012.
16. Irimie, C. A., Stelian Varcui, M., Gait, A. L., & Irimie, M. A rare case of ectopic parathyroid cyst associated with Hashimoto thyroiditis. Journal of Clinical and Translational Endocrinology: Case Reports. 2020.
17. Lorenzo, J., Fernández, G., Iglesias, B., Boente, R., & Sas, M. Quiste de paratiroides recurrente: A propósito de un caso. Anales de Medicina Interna. 2008; 231-233.
18. Rivers NJ, Lin DM, Buczek EP. Cystic parathyroid adenoma: Two cases of a rare phenomenon. Otolaryngology Case Reports. 2020.
19. Kowaa XY, Richardsa P, Waterhousec M, Parvantab L, Adams A. Atypical presentations of parathyroid gland pathology: A pictorial review. European Journal of Radiology Open. 2019.
20. González AR, Aristizábal N, Aguilar C, Palacios K, Pérez JC, Vélez-Hoyos A, Duque CS, Sanabria Á. Parathyroid cysts: the Latin-American experience. Gland Surg. 2016.



Adquiriendo habilidades y destrezas en el laboratorio de microbiología.

Acquiring skills and proficiency in the microbiology laboratory.

En la escuela de Medicina de la **Universidad Quetzalcóatl en Irapuato SC** a los estudiantes de Medicina se les desarrolla para que cumplan con el modelo de competencias del Médico General Mexicano descrito por la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina (AMFEM); las cuales son:

- Dominio de las bases científicas de la Medicina
- Capacidad de participación en el sistema de salud
- Dominio de la atención comunitaria
- Capacidad de Metodología e instrumental en ciencias y humanidades
- Dominio de la atención Médica General
- Dominio de la calidad de la atención Médica y trabajo en equipo
- Dominio ético y del profesionalismo

Con base a la competencia de dominio ético y del profesionalismo, se realizó la práctica de siembra de cultivos microbiológicos por los alumnos del 3er semestre **Universidad Quetzalcóatl en Irapuato SC**, con el objetivo de que los alumnos aprendan la manera de recolección de muestras, las diferentes técnicas que existen de siembra; además de comprobar el diferente grado de contaminación bacteriana que existe en diferentes superficies y alimentos con los que se está en contacto día a día.

Un cultivo bacteriano es una prueba que se utiliza para detectar bacterias perjudiciales que están dentro o sobre el cuerpo y que pueden causar enfermedades. Este cultivo se prepara en un laboratorio añadiendo una muestra de bacterias a una placa de Petri que contiene un medio adecuado, sólido o líquido, en función del tipo de bacteria que se vaya a analizar. Seguidamente, se incuba la placa a una temperatura óptima para favorecer el correcto crecimiento de las bacterias.

En definitiva, los cultivos bacterianos son pruebas eficaces y significativas para la investigación médica y científica, ya que se utilizan tanto para identificar y estudiar agentes infecciosos, como para comprobar la efectividad de otros tratamientos como los antibióticos; además de que el realizar la práctica aumenta las competencias de los alumnos para que su educación sea de una manera más integral.



Figura 1. Siembra en estría cruzada con muestra de alimentos.



Figura 2. Siembra en estría cruzada en muestra de agua obtenida de bebederos



Figura 3. Técnica de siembra en estría cruzada.



Figura 4. Siembra en técnica de estría cruzada de superficie de celular.



Figura 5. Prueba de producción de gases con muestras variadas.



Figura 6. Resultados de siembra de alimentos por técnica de estría cruzada en agar nutritivo, sal y manitol, LB.



Figura 7. Resultados de siembra de alimentos por técnica de estría cruzada en agar verde brillante, Macconkey y EMB

Figura 8. Resultados de siembra de alimentos por técnica de estría cruzada en agar LB.



TOMA DE CITOLOGÍA CERVICAL (PAPANICOLAOU)

Una citología cervical o Papanicolau es una prueba que sirve para obtener células del cuello del útero y descartar la presencia de lesiones precancerosas o de un cáncer del cuello del útero en fases iniciales. Habitualmente se acompaña de una prueba para detectar la presencia del Virus del Papiloma Humano (VPH).

Consiste en introducir un cepillo por la vagina y cepillar la parte más interior, la zona del cuello del útero, para obtener así células que posteriormente se tiñen con un colorante y se miran al microscopio.

Indicaciones

- Debe iniciarse al cumplir 21 años.
- Mujeres de 21-29 años deben realizarse la prueba cada 3 años.
- Mujeres de 30-65 años deben realizarse la prueba de Papanicolaus y una prueba de VPH (cotesting) cada 5 años.
- Las mujeres deberían detener la realización de la prueba a los 65 años.

Preparación para una citología cervical (48 horas antes de la prueba)

- No tener relaciones sexuales (introducción del pene en la vagina)
- No utilizar tampones
- No hacerse duchas vaginales
- No utilizar lubricación vaginal
- No introducir cremas, supositorios o medicamentos en la vagina
- No utilizar aerosoles o polvos vaginales

Contraindicaciones

- Estar en su periodo menstrual durante la prueba.
- Mujer embarazada
- Si ha sido sometida a exploración bi-manual, a algún legrado, o a la colocación o retirada de DIU dentro de las últimas 48 horas.
- Si padece vaginitis o cervicitis agudas.
- Si padece alguna enfermedad pélvica Inflamatoria.

Dra. Viridiana Hernández Beltrán

Link de video: [Citología cervical](#)

VENDAJE VELPEAU

Fue descrito por Alfred Armand Louis Marie Velpeau en 1854. Se trata de un vendaje elaborado de forma artesanal que consigue la inmovilización de la cintura escapular.

Las indicaciones más frecuentes son:

- Fractura de escápula.
- Luxación gleno-humeral.
- Fractura del cuello humeral sin desplazamiento.
- Esguince acromio-clavicular (grado I).
- Subluxación acromio-clavicular (grado II).
- Algunas fracturas de húmero.

Técnica:

- Almohadillado de la axila para proteger la zona de contacto del brazo con el tórax.
- Adducción del brazo sobre el tórax con la mano sobre el hombro sano
- Fijación del brazo con vueltas de venda en dirección diagonal y horizontal rodeando el brazo y el tórax en distintas direcciones de forma alterna

Algunas consideraciones a tener en cuenta respecto al vendaje de Velpeau

- Se recomendará al paciente que duerma en decúbito supino.
- A pesar del almohadillado, es frecuente la aparición de procesos dérmicos.
- Indicar que movilice los dedos de la mano del lado afectado para favorecer retorno venoso.
- Este vendaje presenta el inconveniente de aflojarse con facilidad, por lo que se cambiará siempre que sea preciso.

Dr. Alfonso Alfaro García

Link de video: [Video vendaje Velpeau.](#)



Revista Investigación y educación médica (INVESMED)

Instrucciones a los autores

Lineamientos para la sección de revista INVESMED

La **Revista Investigación y Educación Médica (INVESMED)** es una publicación oficial de la escuela de medicina de la Universidad Quetzalcóatl en Irapuato. Su aparición es periódica (cuatrimestral) y su objetivo es contribuir con la difusión del conocimiento médico útil a los alumnos y académicos de medicina de pre y posgrado, a los investigadores, a los académicos de las escuelas de medicina mexicanas, extranjeras y a la comunidad médica en general; pretende, a través de su contenido, aumentar sus conocimientos del área médica y fortalecer su nivel académico.

Con ese propósito, la **INVESMED** considerará contribuciones en las secciones que abajo se indican. En todos los casos, los manuscritos deberán estar escritos en Word, Times New Roman de 12 puntos, doble espacio, márgenes de 2.5 cm, sin sangrías ni justificación derecha. Todos los manuscritos serán revisados, y en su caso aprobados, por expertos (pares) y deberán estar sujetos a por lo menos una de las áreas temáticas.

Áreas temáticas:

Microbiología
Bioquímica y metabolómica
Expresión génica y regulación (epigenética)
Medicina Traslacional

Investigación biomédica:

Investigación clínica
Investigación en educación médica
Investigación socio médicas
Investigación en salud mental
Investigación de frontera de la medicina

Además de lo anterior, deberá estar sujeta a algunas de las secciones que se explican a continuación:

- Editorial
- Escrito por el Editor de la Revista
- Artículos de revisión
- Casos clínicos
- Procedentes de instituciones hospitalarias y Coordinaciones de enseñanza médica con un resumen clínico y datos de laboratorio y gabinete, seguidos de una discusión y análisis del caso
- Casos radiológicos
- Análisis críticos de casos clínicos de la CONAMED
- Profesionalismo y ética
- Educación Médica
- Correlaciones históricas
- Novedades en Medicina
- Políticas de Salud
- Arte y Medicina
- Cartas al editor

1. Editoriales

Esta sección está dedicada al análisis y reflexión sobre tópicos médicos de interés general.

2. Artículos de revisión

En su sección INVESMED publica artículos de revisión sobre temas médicos de actualidad y relevantes para el estudiante de licenciatura y para el médico general; serán escritos por una autoridad en el área motivo de la revisión. Estos artículos serán

por invitación del director y/o secretario Académico de la escuela de medicina de la Universidad Quetzalcóatl en Irapuato o en su defecto por el editor y/o el editor adjunto.

La extensión de los manuscritos, las secciones y subtítulos serán de acuerdo con el criterio de cada autor.

Los autores deberán seguir las siguientes instrucciones:

I. Página frontal. La primera página deberá contener, en el orden indicado:

- 1) Título. Debe reflejar fielmente el contenido.
- 2) Autores. Empezando por apellidos y, al final, un número en superíndice.
- 3) Nombre de la institución, departamento o laboratorio. Precedido del número en superíndice que corresponde a cada autor
- 4) Autor de correspondencia. Indicando nombre completo, dirección, número telefónico, número de fax y correo electrónico.
- 5) Título corto.
- 6) Palabras clave. Tres a cinco palabras
- 7) Número total de páginas, de figuras y de cuadros

II. Resumen en español. Deberá estar ubicado en la segunda página.

III. Resumen en inglés. Estará en la tercera página. Se recomienda que este resumen sea revisado por un experto en el idioma indicado.

IV. Cuadro de contenido.

Los artículos de revisión deberán incluir, en la página cuatro, un cuadro de contenido con dos niveles de encabezados, lo cual permitirá tener una idea clara sobre la estructura de la revisión.

V. Cuerpo del manuscrito. El cual deberá iniciarse en la página cinco.

VI. Cuadros.

Los cuadros deberán colocarse al final del texto, después de las referencias. Deberán entregarse en los archivos originales del programa donde fueron elaborados; usar números arábigos en el orden citado dentro del texto con título en la parte superior. Las notas de pie deben explicar la información y el significado de las abreviaturas.

VII. Figuras.

Deberán entregarse los archivos originales independientes de la versión del texto. Deberán tener las siguientes características: de preferencia en color, en formato .jpg, con un tamaño mínimo de 5 cm de ancho y un máximo de 21 cm de ancho, con 300 dpi de resolución. Las leyendas de las figuras deberán estar en hojas separadas al final del texto, después de la ubicación de los cuadros.

VIII. Conclusiones.

Al final, el manuscrito deberá describir brevemente las conclusiones más significativas de la revisión.

IX. Agradecimientos.

Si es pertinente, anotar los nombres de personas o instituciones que brindaron apoyo para la elaboración del manuscrito.

X. Bibliografía.

La bibliografía deberá ser suficiente y adecuada. Sólo incluir referencias pertinentes al tema que sustenten las aseveraciones más importantes del manuscrito.

XI. Referencias

Las referencias de artículos publicados en revistas, capítulos de libros y libros completos se presentarán según el estilo Vancouver (ver los ejemplos a continuación y para instrucciones más detalladas consultar: www.icmje.org). Se indicarán con números arábigos en forma consecutiva y en orden en que aparecen por primera vez en el texto.

3. Casos anatómico-clínicos y de imagenología

Los manuscritos estarán enfocados a casos anatómico-clínicos de patologías de actualidad que sean útiles en la formación de los estudiantes de medicina. Deberán contener un resumen clínico, datos de laboratorio y gabinete, seguidos por una discusión y análisis del caso. El reporte del caso deberá iniciar con un resumen, incluir página frontal apropiada y seguir las indicaciones descritas en artículos de revisión.

4. Correlaciones históricas con análisis básico clínico

Se revisarán casos históricos y se correlacionarán con casos básico-clínicos de actualidad. Incluir página frontal apropiada y seguir las indicaciones en artículos de revisión.

5. Medicina traslacional

Se seleccionarán los mejores trabajos con autores de Posgrado y los autores serán invitados por comité editorial para presentarlos en texto.

6. Medicina de frontera.

Resumen de novedades diagnósticas o terapéuticas publicadas en revistas de gran impacto. No incluyen resumen y deberán incluir página frontal apropiada y seguir las indicaciones descritas en artículos de revisión.

7. Políticas en salud

Los manuscritos discutirán temas de actualidad, se incluirán guías de práctica clínica. Su enfoque estará dirigido al médico general, y deberá incluir página frontal apropiada y seguir las indicaciones descritas en artículos de revisión

8. Profesionalismo y ética

Artículos que tocarán temas de ética y bioética, así como los casos analizados y dictaminados por CONAMED.

9. Educación médica

Los artículos serán trabajos de revisión sobre diferentes aspectos de la educación médica. Estos artículos serán por invitación del responsable de la sección, previa aprobación del Editor de la Revista. Los autores decidirán la estructura del manuscrito según el tema a tratar, teniendo como premisa que la organización del mismo debe promover la comprensión secuencial del tema.

10.- Simulación médica.

Artículos que tocarán temas de la aplicación, diseño o análisis de la simulación médica.

11. Cartas al editor

En esta sección se incluyen comentarios sobre los artículos previamente publicados en la INVESMED y opiniones sobre el contenido de la revista.

PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS DEL PACIENTE A LA PRIVACIDAD

De acuerdo con la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares del Capítulo I Art. 2 y Capítulo II, Art. 6-21, las personas que lleven a cabo la recolección y almacenamiento de datos personales deben ser exclusivamente personal, y sin fines de divulgación o utilización comercial. Con principios de licitud, consentimiento, información, calidad, finalidad, lealtad, proporcionalidad y responsabilidad. La obtención de datos personales no debe hacerse a través de medios engañosos o fraudulentos. Se procurará que los datos personales sean pertinentes, correctos y actualizados para los fines para los cuales fueron recabados.

Los pacientes tienen derecho a la privacidad que no deberá infringirse sin el conocimiento informado.

La información para la identificación no debe publicarse en descripciones escritas, fotografías, o árbol genealógico, a menos de que la información sea esencial para propósitos científicos y el paciente (o el padre o el tutor) den el consentimiento informado por escrito para la publicación. El consentimiento informado requiere que se le muestre al paciente el manuscrito para ser publicado.

Si no son esenciales los detalles de identificación deberán omitirse, pero los datos del paciente nunca serán alterados o falseados en un intento por lograr el anonimato. Es difícil lograr el anonimato completo y deberá obtenerse el consentimiento informado si existe cualquier duda. Por ejemplo, el cubrir la región ocular en fotografías de pacientes es una protección inadecuada de anonimato.

Deberá incluirse el requisito para el consentimiento informado en las instrucciones para autores de la revista. Cuando se ha obtenido éste se debe indicar en el artículo publicado.

REQUISITOS PARA LA CONSIDERACIÓN DE MANUSCRITOS

Resumen de requisitos técnicos

1. Doble espacio en todo el manuscrito.
2. La carátula del manuscrito en página aparte.
3. Seguir esta secuencia: título en español e inglés, resumen y palabras clave, texto, agradecimientos, referencias, cuadros (cada uno en una página por separado), y pies o epígrafes de las ilustraciones (figuras).
4. Las ilustraciones (fotografías al final del texto) resolución de 150 a 300 píxeles.
5. Incluir los permisos necesarios para reproducir material publicado previamente (figuras no propias) o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a alguna persona.
6. Adjuntar la sesión de derechos de autor (copyright).
7. Conservar respaldo de todo lo enviado.

PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

El texto de los artículos de investigación y experimentales deberá estar claramente dividido en secciones con los títulos: *Introducción, Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones*. Los artículos extensos pueden necesitar subtítulos dentro de algunas secciones a fin de hacer más claro su contenido (especialmente las secciones de *Resultados y Discusión*).

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Título: en español e inglés.

Resumen: debe contener entre 100 y 300 palabras con la siguiente estructura: introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones.

Palabras clave: tres a seis palabras o frases clave en orden alfabético.

Abstract: resumen en inglés con igual estructura que en español.

Texto del documento: introducción, material y métodos, resultados discusión y conclusión y al final bibliografía.

ENSAYOS TEÓRICOS Y ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Título: en español e inglés.

Resumen: debe contener entre 100 y 300 palabras con la siguiente estructura: introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones.

Palabras clave: tres a seis palabras o frases clave en orden alfabético.

Abstract: resumen y palabras clave en inglés con igual estructura que en español. En esta sección se pueden abordar: aspectos epidemiológicos, etiopatogenia, aspectos clínicos, diagnóstico, investigaciones especiales, aspectos pronósticos y terapéuticos, fundamentación teórica de problemas diversos, finalmente las referencias citadas.

CASOS CLÍNICOS

Título: en español e inglés.

Resumen: debe contener entre 100 y 300 palabras con la siguiente estructura: introducción, reporte de caso y conclusiones

Palabras clave: tres a seis palabras o frases clave en orden alfabético.

Abstract: resumen y palabras clave en inglés con igual estructura que en español.

Texto del escrito: deberá estar estructurado de la siguiente manera: introducción, reporte de caso, discusión y conclusiones, al final las referencias citadas en el texto.

COMUNICACIONES BREVES

Título: en español e inglés.

Resumen: debe contener entre 100 y 300 palabras con la siguiente estructura: objetivos, metodología, resultados y conclusiones.

Palabras clave: tres a seis palabras o frases clave en orden alfabético.

Abstract: resumen y palabras clave en inglés con igual estructura que en español.

Estructura del documento: introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones y referencias: solo se incluirá un máximo de diez referencias.

PARA TODOS LOS ARTÍCULOS

Página del título (inicial)

La página inicial contendrá: a) el título del artículo, que debe ser conciso pero informativo; b) el nombre y apellido(s) de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su afiliación institucional; c) el nombre del departamento o departamentos e institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; d) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; e) el nombre y correo electrónico del autor responsable de la correspondencia relativa al manuscrito; f) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de los sobretiros (reimpresiones) o establecer que los sobretiros no estarán disponibles; g) fuente(s) del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo, medicamentos o de todos éstos; y h) título abreviado al pie de la página inicial de no más de 40 caracteres (contando letras y espacios, este título se usará en plecas).

Autoría

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido. El crédito de autoría deberá basarse solamente en su contribución esencial por lo que se refiere a: a) la concepción y el diseño, o el análisis y la interpretación de los datos; b) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y c) la aprobación final de la versión a ser publicada. Los requisitos a), b) y c) deberán estar siempre presentes. La sola participación en la adquisición de financiamiento o en la colección de datos no justifica el crédito de autor.

Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores. El editor podrá solicitar a los autores que justifiquen la asignación de la autoría; esta información puede publicarse. Cada vez con más frecuencia, los ensayos multicéntricos se atribuyen a un grupo (autor) corporativo. Todos los miembros del grupo que sean nombrados como autores, ya sea en la línea a continuación del título o en una nota al pie de página, deben satisfacer totalmente los criterios definidos para la autoría. Los miembros del grupo que no reúnan estos criterios deben ser mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase agradecimientos). El orden de la autoría deberá ser una decisión conjunta de los coautores. Dado que el orden se asigna de diferentes maneras, su significado no puede ser inferido a menos que sea constatable por los autores. Éstos pueden desear explicar el orden de autoría en una nota al pie de página. Al decidir sobre el orden, los autores deben estar conscientes que muchas revistas limitan el número de autores enumerados en el contenido y que la National Library of Medicine enumera en MEDLINE solamente los primeros ocho más el último autor cuando hay más de 10 autores.

Resumen y palabras clave

La segunda página incluirá un resumen (de no más de 150 palabras para resúmenes ordinarios o 250 palabras para resúmenes estructurados). En éste deberá indicarse los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (la selección de sujetos de estudio o animales de laboratorio; los métodos de observación y analíticos); los hallazgos principales (dando

datos específicos y si es posible, su significancia estadística); y las conclusiones principales. Deberá hacerse hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio u observaciones.

Al final del resumen los autores deberán agregar, e identificar como tal, de tres a diez palabras clave o frases cortas que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto con el resumen. Utilícese para este propósito los términos enlistados en el Medical Subject Headings (MeSH) del Index Medicus; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en los MeSH, pueden usarse las expresiones actuales.

Introducción

Expresé el propósito del artículo y resuma el fundamento lógico del estudio u observación. Mencione las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema. No incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

Métodos (trabajos de investigación)

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o de experimentación (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los controles). Identifique la edad, sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y pertinencia de raza y etnicidad son ambiguas. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos al usar estas categorías.

Identifique los métodos, aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis), y procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los métodos estadísticos (véase más adelante); indique referencias y descripciones breves de métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos y los productos químicos utilizados, incluyendo el nombre genérico, dosis y vías de administración.

Los autores que envíen artículos de revisión deben incluir una sección que describa los métodos utilizados para la ubicación, selección, extracción y síntesis de los datos. Estos métodos también deberán sintetizarse en el resumen.

Ética

Cuando se informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos que se siguieron estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos y con la Declaración de Helsinki de 1975, enmendada en 1983. No use el nombre, las iniciales, ni el número de clave hospitalaria de los pacientes, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas éticas de la Institución o alguna ley nacional sobre el cuidado y uso de los animales de laboratorio.

Estadística

Describa los métodos estadísticos con detalle suficiente para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales, pueda verificar los resultados presentados. Cuando sea posible, cuantifique los hallazgos y preséntese con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición (p.ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas, tales como el uso de los valores de P, que no transmiten información cuantitativa importante. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Informe los detalles del proceso de aleatorización. Describa la metodología utilizada para enmascarar las observaciones (método ciego). Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Señale las pérdidas de sujetos de observación (por

ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y métodos estadísticos serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), en lugar de artículos originales donde se describieron por primera vez. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado.

Las descripciones generales de los métodos utilizados deben aparecer en la sección de Métodos. Cuando los datos se resumen en la sección de Resultados, especifique los métodos estadísticos utilizados para analizarlos. Limite el número de cuadros y figuras al mínimo necesario para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas como una alternativa en vez de los subdivididos en muchas partes; no duplique datos en gráficas y cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como “al azar” (que implica el empleo de un método aleatorio), “normal”, “significativo”, “correlación” y “muestra”. Defina términos, abreviaturas y la mayoría de los símbolos estadísticos.

Resultados

Presente los resultados en sucesión lógica dentro del texto, cuadros e ilustraciones. No repita en el texto todos los datos de los cuadros o las ilustraciones; enfatice o resuma tan solo las observaciones importantes.

Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita en forma detallada los datos y otra información ya presentados en la sección de Introducción y Resultados. Explique en la sección de Discusión el significado de los resultados y sus limitaciones, incluyendo sus consecuencias para investigaciones futuras. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

Establezca el nexo de las conclusiones con los objetivos del estudio evitando hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores deberán evitar hacer declaraciones sobre costos y beneficios económicos a menos que su manuscrito incluya análisis y datos económicos. Evite reclamar prioridad y aludir un trabajo que no se ha finalizado. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándose claramente como tales. Las recomendaciones, cuando sea apropiado, pueden incluirse.

Agradecimientos

Se deberán especificar en un lugar adecuado (generalmente al final) del artículo (o como nota al pie de la página inicial o como apéndice del texto; véanse los requisitos de la revista en la sección de autoría) una o varias declaraciones: a) colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; b) la ayuda técnica recibida; c) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la naturaleza del mismo; y d) las relaciones financieras que pueda crear un conflicto de intereses.

Las personas que colaboraron intelectualmente, pero cuya contribución no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre añadiendo su función o tipo de colaboración –por ejemplo, “asesor científico”, “revisión crítica del propósito del estudio”, “recolección de datos” o “participación en el ensayo clínico”. Estas personas deberán conceder su permiso para ser nombradas. Los autores son responsables de obtener la autorización por escrito de las personas mencionadas por su nombre en los agradecimientos, dado que los lectores pueden inferir que éstas respaldan los datos y las conclusiones. El reconocimiento por la ayuda técnica figurará en un párrafo separado de los testimonios de gratitud por otras contribuciones.

Referencias bibliográficas

Se ordenarán conforme se citan. Deberán incluirse solamente las referencias citadas en el texto. Sus objetivos son facilitar la búsqueda de la información biomédica, por lo que su orden y redacción tienden a ser muy simplificados. Todos los artículos

deben llevar cuando menos diez referencias bibliográficas. En el caso de las revistas: 1) apellido e iniciales, sin puntos, del nombre del autor o autores, poniendo coma después de cada uno de éstos; 2) después del último autor, colocar un punto y seguido; 3) a continuación el título completo del artículo, usando mayúscula sólo para la primera letra de la palabra inicial; 4) Abreviatura del nombre de la revista como se utiliza en el INDEX MEDICUS INTERNACIONAL (<https://www.globalindexmedicus.net/es/>) sin colocar puntos después de cada sigla; por ejemplo, abreviatura de nuestra revista es: **INVESMED**; 5) año de la publicación, seguido de punto y coma; 6) volumen en número arábigo y entre paréntesis el número arábigo del fascículo, seguido de dos puntos, y 7) números de las páginas inicial y final del artículo, separados por un guión. Ejemplo: *Leal-Fonseca AP, Hernández-Molinar Y. Investigación clínica en pacientes pediátricos de crecimiento, desarrollo y postura. Rev ORAL 2019; 20(63): 45-51.*

En el caso de libros: 1) apellido e iniciales, sin puntos, del nombre del autor o autores, poniendo coma después de cada uno de éstos; 2) después del último autor, colocar dos puntos; 3) título del libro en el idioma de su publicación, seguido de coma; 4) número de la edición seguida de coma; 5) ciudad en la que la obra fue publicada, seguida de dos puntos; 6) nombre de la editorial, seguido de coma; 7) año de la publicación seguido de dos puntos; 8) número del volumen si hay más de uno, antecedido de la abreviatura "vol." y 9) número de las páginas inicial y final donde se encuentre el texto de referencia. Si la cita se refiere a un capítulo completo, citar las páginas inicial y final del capítulo. Ejemplo: Flores RA: Heridas de la mano. Sección de los tendones flexores de los dedos. Urgencias en pediatría, tercera edición. México: Ediciones Médicas del Hospital Infantil de México, 1982: 402-405.

Cuadros

Presentar cada cuadro en página por separado, numerados en orden progresivo con número arábigo y citarlos en el texto. Los cuadros deben llevar título. Los datos reportados en los cuadros no necesariamente tienen que repetirse en el texto. Al pie de cada cuadro se explicarán las abreviaturas y claves contenidas en el mismo.

Figuras

Las imágenes, dibujos, fotografías (clínicas o no), gráficas y radiografías se denominan figuras. Al pie de cada figura, deben escribirse el número de la misma y su descripción.

Los textos o pies de figura se anotarán en una hoja por separado, con número arábigo secuencial. La resolución de las figuras deberá ser de 150 píxeles.

Referencias bibliográficas

1. International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted

PRESENTACIÓN Y ENVÍO DEL MANUSCRITO

Todos los manuscritos deberán ser escritos en un procesador de textos compatible con PC (Word) en una letra de 12 puntos. El texto será escrito a doble espacio, con márgenes de 2.5 cm. Cada hoja deberá ir paginada en forma consecutiva desde la primera y cada una de las secciones del artículo deberá comenzar en nueva página. La página inicial deberá incluir el título del trabajo, los nombres completos de los autores, su adscripción institucional, el autor correspondiente con su dirección electrónica, las palabras clave y un título corto de no más de 40 caracteres. En la siguiente página se incluirán los resúmenes en inglés y español y posteriormente el resto del texto y la bibliografía, los pies de figura y las figuras siguiendo las instrucciones señaladas para cada tipo de artículo. Las figuras deberán enviarse en los siguientes formatos: jpg o png.

Todos los trabajos deberán ser enviados con una carta firmada por todos los autores en donde se haga constar que el trabajo enviado no ha sido publicado con anterioridad, que no existe conflicto de intereses y que en caso de publicarse los derechos de autor serán de la **Revista Investigación y Educación Médica (INVESMED)** por lo que su reproducción parcial o total deberá ser autorizada por esta revista. Todos los manuscritos serán sometidos a una revisión para poder ser aceptados para su publicación. Deberán ser enviados sólo en forma electrónica a la siguiente dirección:

Dr. Omar Fabián Hernández Zepeda

Editor

invesmed@uqi.edu.mx

En todos los casos para mayor información se podrá acceder al link:

<https://invesmed.mx/>

para descargar los documentos guía.

Dr. Miguel Ángel Vázquez Guerrero
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE MEDICINA

Dr. Omar Fabián Hernández Zepeda
Editor Sección Investigación y Educación Médica.



Instrucciones a los árbitros

Revista Investigación y
educación médica
(INVESMED)

INSTRUCCIONES PARA ÁRBITROS

INVESMED es una revista científica, revisada por pares (doble ciego), que publica investigaciones en diferentes áreas de y de la salud asociadas a ella, con el propósito de divulgar y actualizar los avances científicos-tecnológicos entre investigadores, académicos y profesionales interesados en el campo de medicina a través de artículos de resultados de investigación, revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis y artículos de reflexión según el estilo Vancouver (ver los ejemplos a continuación y para instrucciones más detalladas consultar: www.icmje.org)

INVESMED es editada cuatrimestralmente, por la casa editorial **COGNITIO JOURNAL** y es publicada en formato electrónico en sistema Open Access, publicando en español e inglés. Los árbitros o pares expertos son profesionales idóneos y especializados en las diferentes áreas temáticas:

Investigación biomédica:

- Microbiología
- Bioquímica y metabólica
- Expresión génica y regulación (epigenética)
- Medicina Traslacional
- Otros.

Investigación clínica

Investigación en educación médica

Investigación socio médicas

Investigación en salud mental

Investigación de frontera de la medicina

Su idoneidad dependerá, entre otros, de los siguientes criterios:

- Debe tener titulación de especialidad, Maestría, Doctorado o Postdoctorado.
- Debe tener publicaciones científicas con investigaciones o estudios en alguna de las diferentes temáticas de la investigación médica.
- Debe tener una afiliación institucional comprobable.
- Al cumplir con estos criterios usted como profesional podrá acceder a hacer parte del grupo de árbitros de la revista **INVESMED**, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. EN CUANTO A LA POSTULACIÓN COMO ÁRBITRO DE INVESMED.

Esta postulación la podrá hacer directamente siguiendo el enlace registrase, en donde ingresará la información requerida para acceder al sistema. En ocasiones específicas los árbitros reciben carta de invitación del editor de la revista e inician un proceso de comunicación directa. Al aceptar la invitación para participar como árbitro científico, deberá registrarse en el siguiente enlace: <https://forms.gle/puv3v2Fbq2QuBTYH7>

2. EN CUANTO AL PROCESO DE ARBITRAJE (EVALUACIÓN DE ARTÍCULOS)

El proceso de evaluación de artículos en **INVESMED** de forma general, consta de tres etapas: evaluación primaria (realizada por el Editor); arbitraje (realizada por árbitros o pares expertos) y validación final (realizada por el Editor). Luego de que el artículo ha pasado la evaluación preliminar es enviado al posible árbitro un correo con especificación directa de las

características generales del artículo: título y resumen, para que él considere su idoneidad profesional y experiencia para la valoración del mismo.

En cuanto el posible árbitro acepta ser evaluador inicia la etapa o proceso de arbitraje

Como árbitro usted recibirá por correo:

- Una copia del artículo: sin datos de identificación de los autores, para garantizar el proceso de evaluación a doble ciego: en el que podrá realizar comentarios específicos que faciliten su proceso de evaluación, si así lo desea.
- Un formato de evaluación de artículos: en donde se encuentran registrados los criterios a tener en cuenta en el proceso de evaluación del artículo en cuestión y el cual debe diligenciar cuidadosamente.

Es muy importante el diligenciamiento del formato de evaluación con sus datos y firma. Los criterios para tener en cuenta para la evaluación del artículo son:

1. Criterios sobre la relación (pertinencia) del artículo con la revista
2. Criterios sobre aspectos formales del artículo
3. Criterio de valoración general le permitirá ofrecer un dictamen final bajo una valoración cuantitativa: por cada categoría (en total tenemos 8 categorías) con calificación de cinco (5) como lo más alto y uno (1) como lo más bajo con una sumatoria máxima de 40 y mínima de 8.
4. Finalmente encontrará un espacio para Conclusiones y/o comentarios: en donde se le solicita plantear muy sucintamente sus comentarios o sugerencias a los autores en un mínimo de 50 palabras.

Como árbitro usted tendrá un plazo de aproximadamente de tres semanas para enviar a vuelta de correo electrónico la evaluación realizada. Este periodo podrá ser extendido de acuerdo a sus inquietudes y solicitud directa. Como árbitro tenga siempre en cuenta que:

- Dentro de sus responsabilidades, el árbitro debe mantener el más alto grado de confidencialidad con la información que se le suministra al momento de aceptar la revisión.
 - Debe declarar si presenta algún conflicto de interés con el artículo que ha recibido para publicación, en caso tal deberá declararse impedido y rechazar la revisión.
 - Debe emitir un juicio objetivo y respetuoso sobre la calidad del artículo evaluado haciendo comentarios claros y precisos sobre el texto; informar al editor sobre inconsistencias en el texto evaluado que atenten contra las normas éticas de investigación, así como casos de plagio.
 - Debe finalmente entregar a INVESMED de manera oportuna su valoración.
 - En general, los árbitros son los encargados de juzgar la calidad científica de los artículos en cuanto a su contenido verificando la relevancia, pertinencia y originalidad de los trabajos postulados a INVESMED siendo su criterio fundamental para su aceptación o rechazo.
5. EN CUANTO A LA CERTIFICACIÓN COMO ÁRBITRO DE **INVESMED**. Luego del proceso de Arbitraje, la revista INVESMED le enviará anualmente un correo con un certificado en agradecimiento por su labor, el cual podrá ser utilizado libremente por usted y da muestra de la gratitud de la revista por su colaboración al compartir su tiempo y experiencia en este proceso de divulgación científica.



UQI
Irapuato [®]

**Universidad
Quetzalcóatl**