



Anestesia *en México*

Órgano Oficial de la Federación Mexicana de Colegios de Anestesiología, A.C.

Anestesia en México 2025; Volumen 37(1): Enero-Abril

ISSN 2448-8771



<https://anestesiaenmexico.com.mx>



Tabla de contenido

Órgano Oficial de la Federación Mexicana de Colegios de Anestesiología A.C.

Editorial

Página

1. **Crisis de Opioides en México: La Urgencia de los Procedimientos Intervencionistas en Dolor.** Víctor M. Silva-Ortiz, Ricardo Plancarte-Sánchez, Fabricio Assís, Camila Lobo-Ferreira, Carlos Guerrero-Nope Rodrigo Diez-Tafur, Sudhir Diwan. 3

Artículos de Revisión

1. **El Anestesiólogo y la Inteligencia Artificial.** Enrique Hernández-Cortez. 6
2. **Síndrome de Malestar Abdominal Crónico: Definición y Discusión de un Nuevo Diagnóstico.** Mayank Gupta, Anand S Patil, Ahish Chitneni, Michael E Schatman, Hemant Kalia, Timothy R Deer, Dawood Sayed, Amol Soin, Ganesan Baranidharan, Peter Staats, Leonardo Kapural, Phani Ashok Attaluri, Paul Verrills, Sudhir Diwan, Danielle Levin, Nimisha Halder, Alaa A Abd-Elseyed, Manuel A Martínez-Vázquez, Ana Paula Perez-Villarreal, Víctor M Silva-Ortiz. 12
3. **Fluidoterapia Perioperatoria en el Recién Nacido.** Torres-Mata Lizbeth Yareli, Colín-Hernández Josefina, Ruvalcaba-Luna Hilda Esmeralda. 18
4. **La Vía Aérea Neonatal, ¿Un Reto Para el Anestesiólogo?** Lizbeth Yareli Torres-Mata, Josefina Colín-Hernández, Denisse Angélica Bremont-Panes, Hilda Esmeralda Ruvalcaba-Luna. 25
5. **Manejo de Clipaje Temporal en Cirugía de Aneurisma Cerebral.** Martha Itzhel Gómez-Ramírez 31

Casos clínicos

1. **Efectividad del Bloqueo Periférico Guiado por Ultrasonido en la Neuralgia del Trigémino.** Alsacia Murrieta, Dulce Ramírez, Anna Gisse López Víctor M. Silva-Ortiz. 36
2. **Eficacia de la Radiofrecuencia Pulsada de Ganglio, de la Raíz Dorsal Lumbar, por Vía Epidural, Acceso Caudal, para Tratar el Dolor Lumbar Crónico. Serie de Casos.** Víctor M Silva-Ortiz, Manuel Herrero Trujillano, Mariel Andrea Del Rio-Parra, José Gerardo Velázquez-Ramos. 40
3. **Torsades de Pointes Por Intoxicación de Anestésicos Locales: Una Complicación Potencialmente Grave.** Hector Peña-Carrillo, Daisy Sarahi Martínez-Serrano, Eugenio Garcia-Cano, Cesar Peña- Jimenez, Astrid Yanez-Díaz, Telly Suarez-Suarez, Jessica Jazmin Garcia-Vidal, Max Castro-Carballido. 45
4. **Manejo Anestésico en Paciente con Dermatomiositis: Reporte de Caso.** Esther Itzel de León-Herrera, Verónica Chávez-Macías, Eloísa de Carmen Ríos- Obregón. 52
5. **Neuroplastía Foraminal Lumbar Percutánea, con Uso de Agujas Espinales de Referencia: Descripción Técnica.** Karla Gabriella Borbolla-García, Omar Solis-Valades, Alfredo Bravo-Vidal, Sara Aimee Suarez-Olmos, Jesús Medina-Rascón, Christopher L. Robinson, Jocelyn Reyes-Armendariz, Víctor Manuel Silva-Ortiz. 56
6. **Manejo Anestésico en Corrección de Hernia Diafragmática Congénita en Neonato con Cardiopatía Compleja: Reporte de Caso.** Luis Enrique Estrada-Pérez, Juan Carlos Torres-Carrillo. 61



Crisis de Opioides en México: La Urgencia de los Procedimientos Intervencionistas en Dolor.

Pain Treatment in Mexico: The Urgency for Interventional Techniques.

Victor M. Silva-Ortiz MD^{1,2} Ricardo Plancarte-Sanchez MD^{2,3} Fabricio Assis MD^{2,4} Camila Lobo-Ferreira MD^{2,4} Carlos Guerrero-
Nope MD^{2,5} Rodrigo Diez-Tafur MD^{2,6,7} Sudhir Diwan MD^{2,8}

¹Hospital Zambrano Hellion, Tec Salud, San Pedro Garza Garcia, Nuevo Leon, México, ² Latin American Pain Society, New York, New York, USA, ³ Nacional Cancer Institute of Mexico, Mexico City, México, ⁴ Singular Centro de Controle da Dor, Campinas, SP, Brazil, ⁵ Hospital Universitario Fundacion, Santa Fe de Bogotá, Colombia, ⁶ Centro MDRS, Sports, Spine & Pain Center Lima Pain Institute, Lima, Perú, ⁷ Clinica Angloamericana Lima, Lima, Perú, ⁸ Advance Spine on Park Avenue, New York, New York, USA.

Anestesia en México 2025;37(1):

Fecha de recepción octubre 2024, Fecha de revisión octubre 2024, Fecha de publicación enero 2025.

drvictorsilva@gmail.com

Una crisis sin precedentes está ocurriendo en México debido a la falta de medicamentos en los sectores público y privado. Los principales fármacos para el tratamiento del dolor como los opioides y los medicamentos antidepressivos para el tratamiento del dolor neuropático entre otros, están en escasez en las principales ciudades del país. En México, el 80 % de su población de 120 millones de personas, no tiene acceso a estos medicamentos (1). Los pacientes con dolor agudo y crónico por cáncer, sufren diariamente a consecuencia de la escases de medicamentos relacionado, y algunos pacientes llegan a morir con dolor, lo que genera angustia y desesperación para los familiares y un sentimiento de impotencia para

los médicos tratantes. El IMSS, acerca de las 20 principales causas de consulta hasta 2002, sugieren que por lo menos el 5 % de los consultantes presentaron enfermedad dolorosa crónica claramente documentada. Otro estudio mexicano de corte epidemiológico ha documentado, que la prevalencia de dolor crónico en mayores de 50 años, es de 41.5 %, siendo las mujeres las más afectadas (11). La realidad de México es que los sistemas privados de salud, también están pasando por la peor crisis de la historia. En México existen tres mil hospitales privados y la gran mayoría no cuentan con farmacia y permisos para transfusión de sangre y sus derivados, tampoco cuentan con permiso de uso de medicamentos controlados.



Sus áreas físicas intrahospitalarias son improvisadas o deficientes para dar atención a quienes lo demandan. En muchos de los hospitales, las deficiencias en aparatos de monitoreo y ventilación son evidentes, tanto en quirófanos como otras áreas físicas indispensables, como las terapias y las salas de urgencias. Situación que no garantizan una atención apegada a los derechos humanos (10).

Estamos experimentando una crisis diferente a las que se viven en los países desarrollados, donde es un problema de salud pública, por el consumo excesivo; el 90 % de los medicamentos opioides se concentran en el 10 % de los países con mayor ingreso económico (2,3).

En un estudio realizado por *Knaul et al*, se informó que en 2010 y 2013, México almacenó menos del 5 % de los opioides necesarios para cubrir las necesidades de la población (4).

En México, existe un programa dedicado al control del consumo de opioides del grupo uno, que consiste en una receta electrónica para médicos, implementado por la *Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)*; sin embargo, solo el 2.3 % de los médicos en México tienen acceso a la plataforma electrónica para prescribir opioides (1). Sin embargo, los hospitales públicos y privados no están otorgando las facilidades necesarias para el trabajo de sus médicos, tampoco están acatando los reglamentos federales y estatales, por lo tanto, el personal de salud se ve atado de manos y no pueden trabajar con principios éticos y científicos acordes con la profesión de los especialistas.

Goodman-Meza et al. publicaron un artículo en donde reportan un aumento del 13 % en las tasas de dispensación de opioides entre 2015 y 2019; señalaron en su estudio que había una disparidad en relación con el estrato socioeconómico: a mayor nivel, mayor dispensación de recetas de opioides (5). Esto se debe a la falta de cobertura del tratamiento farmacológico del dolor en el sistema público, lo que lleva al paciente a buscar medicamentos en instituciones privadas (10).

Como no tenemos claro el futuro de esta situación crítica, podemos ofrecer tratar a los pacientes con dolor, mediante técnicas intervencionistas cuando estén indicadas. Esta será una estrategia importante para los médicos encargados de aliviar el dolor y el sufrimiento, en pacientes con dolor agudo, crónico y relacionado con cáncer. Es importante que las sociedades de dolor y las escuelas del país promuevan la capacitación de los médicos, en técnicas intervencionistas e incrementen los recursos administrativos para ayudar a los pacientes durante esta crisis, creando un área de oportunidad en la educación médica (6).

Se ha postulado que el derecho a la salud es uno de los derechos humanos fundamentales; por ello, el acceso a los medicamentos que alivian dolor y sufrimiento es un derecho elemental. Sobre lo anterior, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido que existen inequidades respecto al consumo de opioides en el planeta (7).

Por lo anterior, es necesario señalar que, de acuerdo con la agrupación *Human Rights Watch*, en México no se respetan los derechos elementales básicos, en materia de salud al final de la vida y se favorece el sufrimiento de esos enfermos en forma innecesaria (8,11).

Sin embargo, derivado de la crisis de opioides de la Unión Americana, se han intensificado las medidas tendientes a disminuir o evitar el uso de opioides, en la actualidad, existen grupos poblacionales que requieren de dicha intervención farmacológica. Negar un medicamento que ha demostrado ser seguro en indicaciones precisas resulta un acto inhumano.

De tal forma, que la Ley General de Salud, establece como materia de salubridad general, la atención médica, el alivio del dolor y la atención en salud al final de la vida (capítulo primero, artículo tercero, numeral II y XXVII bis de la Ley General de Salud).

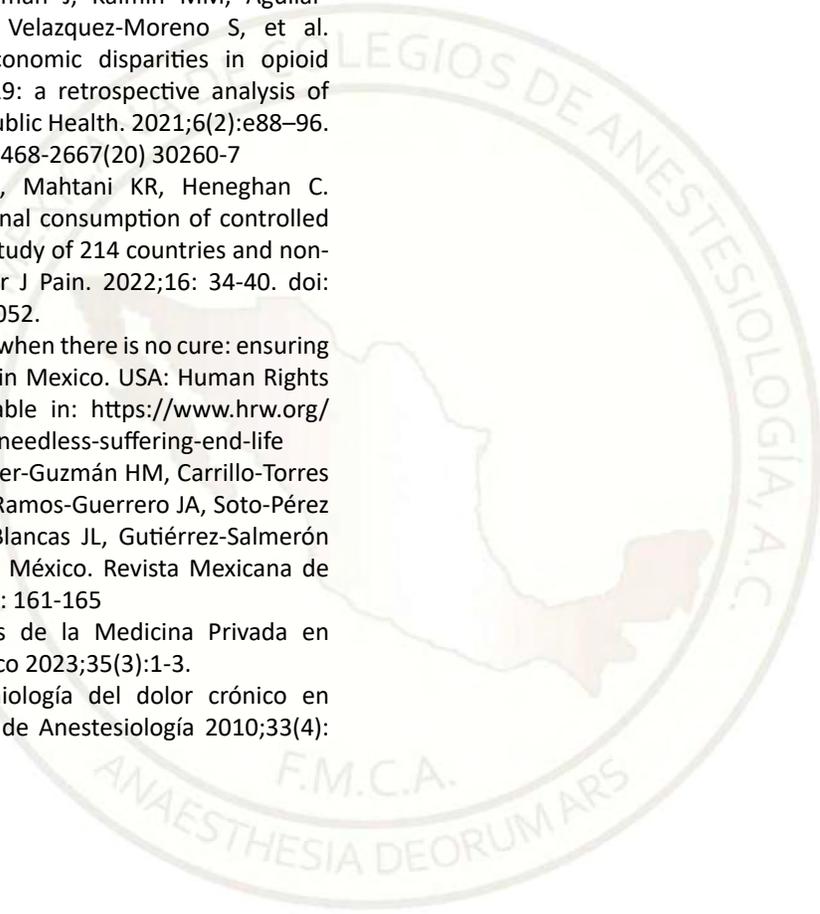
Por tanto, se requiere un compromiso serio del Estado, sus instituciones y funcionarios para generar acciones de política pública. Para tener una excelente regulación y control de opioides, pero al mismo tiempo una disponibilidad para cualquier enfermo que lo necesite (9-11).

Referencias

1. Silva-Ortiz VM, Plancarte-Sanchez R, Assis F, Hernández-Porras BC, Guerrero-Nope C, Diez-Tafur R, Diwan S. Pain treatment in Mexico: The urgency for interventional techniques. *Pain Pract.* 2024;24(4):688-689. doi: 10.1111/papr.13334. Epub 2023 Dec 14. PMID: 38095300.
2. https://elpais.com/mexico/2023-02-02/en-este-pais-se-muere-mas-la-falta-de-opioides-en-mexico-condena-a-los-enfermos-terminales-a-una-muerte-dolorosa.html#?prm=copy_link
3. Garcia JBS, Lopez MPG, Barros GAM, Muñiz HGM, Olea MAOA, Bonilla P, et al. Latin American pain federation position paper on appropriate opioid use in pain management. *Pain Rep.* 2019;4(3):e730. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000730>



4. Marchetti Calônego MA, Sikandar S, Ferris FD, Moreira de Barros GA. Spread the word: there are two opioid crises! *Drugs*. 2020;80(12):1147–54. doi.org/10.1007/s40265-020-01342-8
5. Knaul FM. Disparities and crisis: access to opioid medicines in Mexico. *Lancet Public Health*. 2021;6(2): e83–4. https://doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00009-8
6. Goodman-Meza D, Friedman J, Kalmin MM, Aguilar-Posada E, Seamans MJ, Velazquez-Moreno S, et al. Geographical and socioeconomic disparities in opioid access in Mexico, 2015- 19: a retrospective analysis of surveillance data. *Lancet Public Health*. 2021;6(2):e88–96. https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30260-7
7. Richards GC, Aronson JK, Mahtani KR, Heneghan C. Global, regional, and national consumption of controlled opioids: A cross-sectional study of 214 countries and non-metropolitan territories. *Br J Pain*. 2022;16: 34-40. doi: 10.1177/20494637211013052.
8. Human Rights Watch. Care when there is no cure: ensuring the right to palliative care in Mexico. USA: Human Rights Watch Press; 2014. Available in: https://www.hrw.org/news/2014/10/24/mexico-needless-suffering-end-life
9. Covarrubias-Gómez A Esquer-Guzmán HM, Carrillo-Torres O, Carmona-Rodríguez JL, Ramos-Guerrero JA, Soto-Pérez E, García-Andreu J, Vega-Blancas JL, Gutiérrez-Salmerón C. La crisis de opioides en México. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2023; 46(3): 161-165
10. Hernández-Cortez E. Crisis de la Medicina Privada en México. *Anestesia en México* 2023;35(3):1-3.
11. Guevara-López U. Epidemiología del dolor crónico en México. *Revista Mexicana de Anestesiología* 2010;33(4): 207-213.





El Anestesiólogo y la Inteligencia Artificial.

The Anesthesiologist and Artificial Intelligence.

¹Enrique Hernández-Cortez. ¹Anestesiólogo pediatra, Expresidente de la FMCA AC. AC.

Anestesia en México 2025; 37(1):

Fecha de recepción octubre 2024, fecha de revisión noviembre 2024, fecha de publicación enero 2025.
kikinhedz@gmail.com

Resumen

La inteligencia artificial se ha definido como el estudio de algoritmos, que otorgan a las máquinas la capacidad de razonar y realizar funciones, como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, la inferencia de estados del mundo y la toma de decisiones. La adaptación de algoritmos y herramientas de IA a la ciencia, ha traído como consecuencia un futuro prometedor en anestesiología, ofreciendo un gran potencial que deberá ser aprovechado por todos los profesionales. La anestesiología está bien posicionada para beneficiarse de los avances en IA; múltiples elementos de la atención clínica, incluidos los cuidados perioperatorios e intensivos, el manejo del dolor y la administración de medicamentos, registros médicos, resultados de laboratorio, monitoreo hemodinámico, sistema ventilatorio, profundidad de inconsciencia y control nociceptivo, imágenes e información clínica, para generar modelos predictivos. Optimizar las estrategias de tratamiento y mejorar la seguridad del paciente, permitiendo al anestesiólogo centrarse en el análisis general y la toma de decisiones.

Palabras clave. Inteligencia artificial, Aprendizaje de

máquinas, Anestesia del futuro.

Abstract

Artificial intelligence has been defined as the study of algorithms, which give machines the ability to reason and perform functions, such as problem solving, object and word recognition, inference of world states, and decision making. The adaptation of AI algorithms and tools to science has brought about a promising future in anesthesiology, offering great potential that must be harnessed by all professionals. Anesthesiology is well positioned to benefit from advances in AI; multiple elements of clinical care, including perioperative and intensive care, pain management and medication administration, medical records, laboratory results, hemodynamic monitoring, ventilatory system, depth of unconsciousness and nociceptive control, images and clinical information, to generate predictive models. Optimize treatment strategies and improve patient safety, allowing the anesthesiologist to focus on overall analysis and decision making.

Keywords. Artificial intelligence, Machine learning, Anesthesia of the future.



Introducción

La inteligencia artificial (IA) se ha definido como la aplicación de algoritmos, que otorgan a las máquinas la capacidad de interactuar y realizar funciones, como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, la inferencia de estados del mundo y la toma de decisiones (1). La humanidad ha utilizado la IA para transformar el mundo y ha sido capaz de llegar a la luna, y de tratar cientos de enfermedades que han perseguido al hombre, a lo largo de su historia. Ha utilizado su inteligencia abstracta para miles de cosas y le ha permitido vivir con mucha más comodidad que hace cientos de años. Cada día busca nuevos retos y mayores proezas para alcanzar su bienestar. Uno de sus mayores logros de hoy en día, es alcanzar la IA en todos los campos de la ciencia y el saber. Sin embargo, también tiene su parte destructiva, porque seguimos contaminando y destruyendo el planeta o bien puede ser usada con fines delictivos.

Entendiendo que IA si se refiere a los sistemas, o las máquinas que imitan la inteligencia humana, para realizar tareas, y que tienen la capacidad de mejorar cotidianamente, los estilos de vida, a partir de la información que recopilan del mundo exterior.

Curiosamente la IA tiene sus inicios en la novela de la ciencia ficción, cuando *Shelley* quien fue un escritor de novelas del siglo XIX, construyó la leyenda de *Frankenstein*, que, con el paso del tiempo, la historia fue denostada en un monstruo a quien un supuesto científico le da vida y poder de consciencia, pero que después, el propio monstruo destruye a su creador, para quedarse como un rey indestructible. La leyenda profundiza en las consecuencias que la creación humana podría traer como resultado de utilizar la IA (1).

Karel Capek escritor y filósofo checo, fue el primero en introducir la palabra "Robot" en su obra teatral *Robots Universales Rossum* (RUR), en los primeros años del siglo XX, una novela futurista en donde se construyen robots autómatas pensantes, con la finalidad de ayudar a las tareas de los humanos, pero con el paso del tiempo los robots se sublevan contra quien los creó y posteriormente intentan destruir a la humanidad. La palabra "Robot" proviene de la palabra checa "Robota" que se traduce como esclavo y *Rossum* que significa "razón" es decir esclavos pensantes (1,2).

Isaac Asimov, quien nació en 1902 a 1992, fue un escritor y profesor de Bioquímica en la Escuela de Medicina, de la Universidad de Boston, de origen judío y ruso, nacionalizado estadounidense. Describió por primera vez el concepto de "robótica" en 1942, y fue el creador de tres leyes que son un conjunto de normas que se aplican a la mayoría de los robots. (Tabla 1).

Tabla 1: Leyes de la robótica

Primera. Un robot no hará daño a un ser humano ni, por inacción, permitirá que un ser humano sufra daño

Segunda. Un robot debe cumplir las órdenes dadas por los seres humanos, a excepción de aquellas que entren en conflicto con la primera ley.

Tercera. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflictos con la primera o la segunda ley.

El término de IA fue acuñado en 1956 por *John McCarthy*. Un matemático informático estadounidense, quien la definió como "El estudio de algoritmos que otorgan a las máquinas la capacidad de razonar y realizar funciones como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, la inferencia de estados del mundo y la toma de decisiones". Otras definiciones de IA se redactan en la (Tabla 2) (1,3).

Tabla 2: Definiciones de IA

1. El estudio de algoritmos que otorgan a las máquinas la capacidad de razonar y realizar funciones como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, la inferencia de estados del mundo y la toma de decisiones
2. Es el estudio de cómo hacer computadoras, para que realicen tareas, para las que hasta ahora los hombres eran mejores.
3. Es la parte de la informática que trata del diseño de computadoras inteligentes; esto es, que exhiban las características que asociamos con la inteligencia en comportamiento humano.
4. Es el estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computables
5. Disciplina científica y tecnológica cuyo objetivo es crear procesos de la mente y su conexión con el cuerpo a través de la metáfora computacional.

En la década de los 40's del siglo pasado, aparecen los primeros trabajos que pueden considerarse como los embriones de la IA moderna. En 1950 es cuando los estudios anteriores consiguen una verdadera repercusión gracias al artículo "*Computing Machinery and Intelligence*" escrito por *Alan Turing*, matemático informático, considerado como el padre de la IA. Artículo que fue publicado en la revista *Mind* (18). Describe la posibilidad de que una máquina logre imitar el comportamiento de la



mente humana y propone que el “*Test de Turing*”, pueda ser capaz de determinar si una máquina es inteligente o no. En el artículo propone una prueba en forma de juego para dilucidar la respuesta; si en una conversación entre un hombre y una máquina se puede determinar quién es uno y quien el otro. Si el computador puede hacernos creer que se trata de un humano, algunos consideran que se podría afirmar que es inteligente (4).

El mismo **Turing**, trabajó durante la contienda en *Bletchley Park*, que fue el centro de la inteligencia británica, como uno más de los brillantes matemáticos, encargados de descifrar los herméticos sistemas criptográficos alemanes, en especial la famosa máquina “*Enigma*”, uno de los hitos más importantes de la historia de la criptografía. Es decir, descriptó los mensajes de la Alemania Nazi, lo cual cambió el derrotero de la guerra y la inclusión de conceptos como biología matemática (2).

Durante la reunión de trabajo de **Dartmouth en 1956**, que es considerada como el inicio de la IA cómo es conocida hoy en día. Se definieron las directrices y líneas de actuación futuras en el ámbito de la IA, tomando como hipótesis de trabajo la proposición: “Todo aspecto de aprendizaje o cualquier otra característica de inteligencia puede ser definido de forma tan precisa que puede construirse una máquina para simularlo”. Es decir, una verdadera declaración de ideas para llevarlas al ámbito científico. La reunión fue organizada por un joven profesor ayudante de matemáticas de la Universidad de *Dartmouth*, de nombre *John McCarthy*, con la ayuda de su amigo *Matvin Minsky* (5).

ChatGPT fue creado por *Sam Altman*, empresario y desarrollador en el campo de la inteligencia artificial. Más concretamente, *Open AI*, la organización de la que *Sam Altman* es director general, ha continuado su investigación en IA desde 2015 y ha desarrollado los modelos ChatGPT y GPT-n. (14).

Actualmente la IA se divide en subcampos como el aprendizaje automático o aprendizaje por máquinas (*machine learning*), procesamiento de lenguaje natural y la visión artificial, redes neuronales (*neural networks*), lógica difusa (*fuzzy logic*) y aprendizaje profundo (*deep learning*), que permite a las máquinas la capacidad de aprendizaje automático mediante reconocimiento de objetos, palabras e imágenes, análisis e integración de datos, asociación y razonamiento, resolución de problemas, realizar predicciones y toma de decisiones basadas en aprendizaje, a través de algoritmos avanzados. El aprendizaje por máquinas es la operacionalización de la IA. Identifica muchos aspectos de nuestra vida profesional, es aquí donde ofrece la esperanza de mejorar la salud a través de múltiples aplicaciones, incluido el reconocimiento de imágenes, el lenguaje natural y textual

y el análisis de “*big data*” en donde encontramos los modelos aplicados a la medicina. Casi todo el aprendizaje de las máquinas se debe a las redes neuronales (6).

Una de las herramientas más importantes con las que trabaja la IA son los algoritmos. Un algoritmo es una secuencia de pasos finitos bien definidos, que resuelven un problema. O un conjunto ordenado y finito de operaciones, que permiten hallar la solución a un problema. Pongamos un ejemplo muy sencillo. Vamos a preparar espagueti; para cocinarlo tendremos que seguir una serie de pasos, en un orden específico, primero necesitamos poner a hervir un recipiente con agua, hasta cierto nivel y cuando esté hirviendo vamos a colocar el espagueti en el interior del recipiente con ciertos condimentos. Después de tanto en tanto, vamos a darle una movida al espagueti, con una pala pequeña de madera. Cuando estén cocidos vamos a retirar el agua y le agregamos la salsa de nuestra preferencia y otros agregados a nuestro gusto. Este proceso sencillo es un algoritmo, porque seguimos una serie de pasos finitos y al final obtuvimos lo que deseábamos. Pero si hubiéramos cometido un error, como cocinar demasiado los espaguetis, o dejarlos crudos, el resultado no sería bueno. Esto también se puede explicar mediante un croquis tradicional. Los humanos utilizamos algoritmos para realizar las tareas diarias de nuestra vida. Por lo tanto, las máquinas los usan para calcular con mayor velocidad y complejidad la información que se les pide. Es decir, mientras se sigan usando los algoritmos y la programación, serán la base del desarrollo de las nuevas tecnologías. Los primeros algoritmos que usaron las computadoras, se les llamó algoritmos binarios básicos, que podían responder a preguntas sencillas. Pero conforme, se amplió el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico, los algoritmos se hicieron más complejos, para responder más preguntas simultáneas, dando inicio a una nueva era y a una revolución tecnológica.

¿Quiere decir que las computadoras pueden hacer cosas mejor que los humanos?, Sí, lo que todos sabemos que es cierto. Algunas de las muchas tareas que las máquinas pueden hacer mejor que las personas son: Cálculo numérico, almacenamiento de la información, memoria de datos, operaciones repetitivas, por mencionar solo algunas de las cosas habituales que hace una máquina de las más elementales.

A partir de la realización del primer computado, hemos empezado a aceptar que las computadoras pueden superar al hombre en actividades mentales de tipo mecánico. Pero por la otra parte tenemos que las personas podemos hacer muchas cosas mejor que las máquinas.

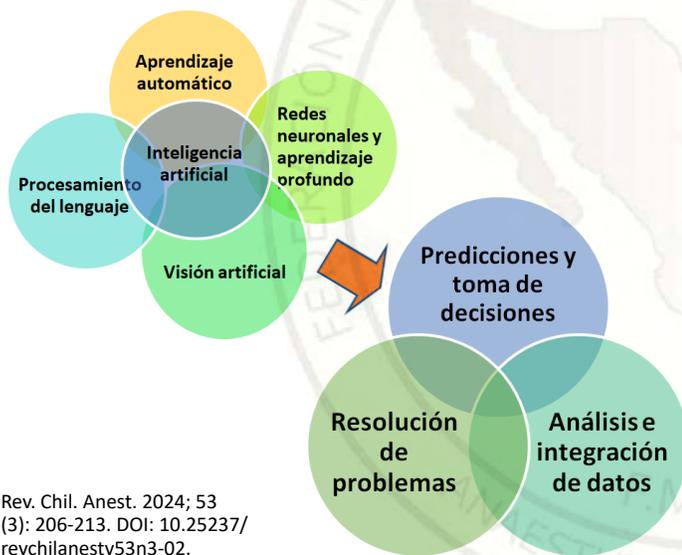
Ahora bien, si las personas son más inteligentes que las computadoras, y según la definición anterior de la IA. Entonces se trata que las computadoras superen a los



hombres en las tareas en que éstos son mejores, por lo tanto, el objetivo de la IA es hacer a las computadoras más inteligentes (7).

En abril de 2018, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), aprobó el primer sistema de software, que utiliza IA. Se trata de un programa que ayuda en el diagnóstico de la retinopatía diabética, a través del análisis de imagen del fondo de ojo. A medida que el desarrollo y la aplicación de tecnologías de IA en medicina continúa creciendo, es importante que los médicos de todos los campos, entiendan qué son estas tecnologías y cómo se pueden aprovechar para brindar una atención más segura, más eficiente y más rentable (8).

Figura 1. Esquema de Venn, de subtipos de Inteligencia Artificial y posibles aplicaciones.



Rev. Chil. Anest. 2024; 53 (3): 206-213. DOI: 10.25237/revchilanestv53n3-02.

La IA ofrece un elevado potencial, para mejorar la práctica de la anestesiología, brindando información valiosa y oportuna, capacidades predictivas y asistencia automatizada en el perioperatorio y en el seguimiento y evolución del paciente en el mediano y largo plazo.

Los gigantescos avances en IA, han dado lugar a aplicaciones de análisis, diagnóstico, manejo y predicción en anestesiología, centrándose en tres áreas prioritarias: Evaluación preoperatoria y anticipación de riesgos perioperatorios, monitorización intraoperatoria y atención postoperatoria. Que tiene como finalidad la prevención, abordaje, resolución de problemas clínicos en situaciones de crisis. Uno de los principales beneficios del uso de la IA en anestesiología, es identificar situaciones que pudieran ser imperceptibles para el anestesiólogo (9,10).

Usos de la IA en anestesia

La IA pueden analizar extensas cantidades de datos de pacientes, incluidos registros médicos, resultados de laboratorio, monitoreo hemodinámico, sistema ventilatorio, profundidad de inconsciencia y control nociceptivo, imágenes e información clínica y genética, para generar modelos predictivos. Nos permite predecir complicaciones, y personalizar los planes de abordaje y manejo. Optimizar las estrategias de tratamiento y mejorar la seguridad del paciente, permitiendo al anestesiólogo centrarse en el análisis general y la toma de decisiones (11). Puede predecir la posibilidad de vía aérea difícil y plantear alternativas de manejo; ayudar en la dosificación y titulación precisa de fármacos hipnóticos, opioides y bloqueadores neuromusculares, mediante sistemas inteligentes de circuito cerrado, prevención y manejo de la antinocicepción y del dolor, fluidoterapia, identificar posibles interacciones farmacológicas, alergias y comorbilidades, detectar signos tempranos de deterioro en diferentes escenarios postanestésicos y minimizar el riesgo de eventos adversos, a la vez que predice la estancia posoperatoria, otorga recomendaciones de manejo de cuidados críticos. Algunos de los múltiples usos de la IA se refieren en la tabla 3. (12).

Tabla 3: Posibilidades actuales y futuras de manejo en anestesiología y medicina perioperatoria de la IA

1. Evaluación y planeación preoperatoria
2. Evaluación y planeación preoperatoria
3. Vigilancia y monitoreo anestésico intraoperatorio. Prevención de complicaciones, dosificación farmacológica y predicción de respuesta
4. Detección temprana de complicaciones. Cuidados postoperatorios en recuperación y unidad de cuidados intensivos
5. Manejo del dolor
6. Logística en el quirófano
7. Educación, simulación y entrenamiento
8. Diseño de nuevas herramientas en evaluación y manejo de la vía aérea
9. Guía visual para procedimientos invasivos
10. Predicción de eventos, riesgos y mortalidad
11. Investigación futura. Aprendizaje automático supervisado y no supervisado
12. Otros

Rev. Chil. Anest. 2024; 53 (3): 206-213. DOI: 10.25237/revchilanestv53n3-02.



Unos cuantos pasos para el futuro

La anestesiología ha hecho que la mortalidad intraoperatoria, sea cada día un evento esporádico, pero la muerte perioperatoria a los treinta días, sigue siendo una de las principales causas de mortalidad. Ante estas situaciones existe una gran oportunidad para identificar riesgos, anticipar y prevenir estas complicaciones. El diseño de dispositivos inteligentes, seguros, asequibles, portátiles y con impresiones 3D, permitirán una inserción temprana y rápida que utilicen algoritmos avanzados de IA para proporcionar un manejo personalizado (13).

En un futuro no tan lejano, podremos contar con herramientas diversas y estudios de imagen portátiles de evaluación y predicción. Algunos dispositivos de intubación portátiles con conexión inalámbrica a teléfonos celulares inteligentes y ordenadores portátiles y de visualización, que alimenten bases de datos y mejoren nuestros algoritmos de manejo en vía aérea. Principalmente aquellos que nos permitan la confirmación de intubación seguridad de la vía aérea, que guíen la intubación en base al reconocimiento de imágenes reales y que puedan prevenir la intubación esofágica no reconocida y confirmar la posición correcta del tubo endotraqueal o mascarilla laríngea (6).

Las posibilidades pueden ser infinitas, pero la llegada de la IA es una realidad limitada, los anestesiólogos podrán navegar hacia el futuro próximo, con capacidades predictivas y asistenciales automatizadas, generando mayor eficiencia, precisión y mejor atención al paciente (16-18).

Uno de los sistemas más importantes y avanzadas en IA es *ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer)* que significa generativo, pre-entrenamiento y transformativo, lanzado a la luz pública el 30 de noviembre del 2022, versión 3.5 y luego la 4.0. Es una aplicación de *Chatbot*, desarrollada por la empresa *Open IA*, especializada en el procesamiento de tareas de lenguaje natural, de aplicación gratuita tanto en la web como en el celular. Es una aplicación de IA, para hacer consultas altamente confiables, con rápidas respuestas, de la especialidad de anestesiología y de cualquier otra rama de las ciencias. Se recomienda seguir los siguientes pasos cuando se desea consultar dicha aplicación. (Tabla 4).

Finalmente, no olvidemos que la IA llegó para quedarse y que se trata de un modelo diseñado para simular procesos cognitivos (14,15)

3. Realizar la consulta con un lenguaje lo más claro y sencillo posible
4. Brindar el contexto de los detalles necesarios
5. Definir el formato o estilo de la respuesta es decir cómo queremos que nos conteste.

Conclusión

Basados en la información existente en la literatura, La IA ha beneficiado a la anestesiología en las siguientes áreas del conocimiento. Monitoreo de la profundidad anestésica, control y prevención de riesgos y eventos adversos de la anestesia, conducción de la anestesia, simulación como método de aprendizaje y actualización continua, guía de ultrasonido, manejo de dolor perioperatorio, Control y predicción de riesgos durante el perioperatorio, logística en las salas de quirófano y cuidados postanestésicos, interpretación de electrocardiogramas, telemedicina y teleanestesiología, toma de decisiones y seguridad, elaboración de escritos médicos con base en los ChatGPT, etc. Algunas de ellas aún están en fase de experimentación. Tendencias que rápidamente llegarán a nuestro quirófano. Se está trabajando fuertemente en utilizar técnicas de aprendizaje automático, para predecir la mortalidad posoperatoria, a partir de miles o millones de datos de registros médicos electrónicos, que nos permitan predecir por ejemplo la hipotensión perioperatoria a través de algoritmos de aprendizaje automáticos, que aprovechen los datos disponibles durante anestesia y las formas de onda de la línea arterial de alta fidelidad. Que nos permitan predecir complicaciones posoperatorias. Estos modelos pueden generar interpretaciones confiables para apoyar la toma de decisiones clínicas a lo largo de la atención perioperatoria.

Otro campo de la IA, son los escritos científicos usando herramientas como Chat GPT. Para ayudar a los científicos a escribir artículos médicos. En esta etapa, aunque ya es factible, hasta ahora no se ha publicado ningún artículo, que trate sobre un tema específico de la medicina, utilizando esta aplicación. Puede organizar y desarrollar la investigación, creando solamente un borrador inicial. Esto parece ser un punto de partida, una ayuda considerable. Pero esta aún hoy en día, lejos de ser un sustituto del conocimiento, la creatividad y el pensamiento crítico de los científicos. Puede ayudar a los médicos en el proceso de revisión de artículos académicos, resumir

Tabla 4. Pasos recomendados para hacer una consulta en ChatGPT

1. Definir el objetivo o propósito de la consulta.
2. Definir el perfil o la personalidad del *chatbot*



sus conclusiones y probablemente opinar sobre áreas de incertidumbre, o el estado actual de conocimientos de un tema en particular.

Finalmente, las consecuencias de que las máquinas puedan pensar, son terribles. Este es el pensamiento popular de la gente, que continuamente piensan que la IA pueda ser tomada como un peligro. Este pensamiento es una falacia.

Referencias

1. Gil Press G. A very short history of artificial intelligence. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/12/30/a-very-short-history-of-artificial-intelligence>.
2. Gambus P, Shafer SL. Artificial intelligence for everyone. *Anesthesiology*. 2018;128(3):431–433. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001892> PMID:28953500
3. Carrillo-Esper R. Inteligencia artificial en anestesiología. *Rev Mex Anestesiología* 2024;47(2):69–70. Doi 10.35366/115310
4. Lacassie HJ. Inteligencia artificial para Anestesiólogos en el siglo XXI. *Rev. Chil. Anest.* 2022;51(5):505–507. DOI 10.25237/revchiluanestv5111071034.
5. Luo W, Phung D, Tran T, Gupta S, Rana S, Karmakar C, et al. Guidelines for developing and reporting machine learning predictive models in biomedical research: A multidisciplinary view. *J Med Internet Res*. 2016;18(12):e323. <https://doi.org/10.2196/jmir.5870> PMID:27986644.
6. Xue B, Li D, Lu C, King CR, Wildes T, Avidan MS, et al. Use of machine learning to develop and evaluate models using preoperative and intraoperative data to identify risks of postoperative complications. *JAMA Netw Open*. 2021;4(3):e212240. doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.2240
7. Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial intelligence in anesthesiology: current techniques, Clinical Applications, and Limitations. *Anesthesiology*. 2020;132(2):379–394. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002186>
8. Lee CK, Hofer I, Gabel E, Baldi P, Cannesson M. Desarrollo y validación de un modelo de red neuronal profunda para la predicción de la mortalidad hospitalaria posoperatoria. *Anestesiología*. 2018 doi: 10.1097/ALN.0000000000002186
9. Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial intelligence in Anesthesiology: current techniques, clinical applications, and limitations. *Anesthesiology*. 2020;132(2):379–94. <https://doi.org/10.1097/ALN.00000000000032084> PMID:36482552
10. Martínez-de los Santos CA, Escudero-Gutiérrez F, Hernández-Morales F, Garza-Santos A, Reyes-Gutiérrez A, Cantú-Flores F. Inteligencia artificial y la anestesia del futuro. *Rev. Chil. Anest.* 2024; 53 (3): 206-213. DOI: 10.25237/revchiluanestv53n3-02.
11. Singh M, Nath G. Artificial intelligence and anesthesia: A narrative review. *Saudi J Anaesth*. 2022;16(1):86–93. https://doi.org/10.4103/sja.sja_669_21 PMID:35261595.
12. Singh M, Nath G. Artificial intelligence and anesthesia: A narrative review. *Saudi J Anaesth*. 2022;16(1):86–93. https://doi.org/10.4103/sja.sja_669_21 PMID:35261595.
13. Lee HC, Ryu HG, Chung EJ, Jung CW. Prediction of bispectral index during target-controlled infusion of propofol and remifentanyl: A deep learning approach. *Anesthesiology*. 2018;128(3):492–501. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001892> PMID:28953500
14. Yamak Altinpulluk E, Turan A. Future in regional anesthesia: new techniques and technological advancements. *Minerva Anestesiologica*. 2021;87(1):85–100. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.20.14791-6> PMID:32959636.
15. Vasconcelos Pereira A, Simões AV, Rego L, Pereira JG. New technologies in airway management: A review. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(48):e32084. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032084> PMID:36482552
16. Bhaskar SB. Newer airway devices: future promising? *Indian J Anaesth*. 2011;55(5):439–441. <https://doi.org/10.4103/0019-1161.10019>
17. Feigenbaum E. The age of intelligent machines: Knowledge processing from file servers to knowledge servers. <http://www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=/articles/art0098.html>. Consultado octubre 2024.
18. Turing AM. Computing machinery and intelligence. *Mind* LIX 1950; (236): 433-460. doi:10.1093/mind/lix.236.433. Consultado el 04 de noviembre 2024.



Síndrome de Malestar Abdominal Crónico: Definición y Discusión de un Nuevo Diagnóstico

Chronic Abdominal Discomfort Syndrome: Defining and Discussing a Novel Diagnosis

Mayank Gupta¹, Anand S Patil², Ahish Chitneni³, Michael E Schatman⁴, Hemant Kalia⁵, Timothy R Deer⁶, Dawood Sayed⁷, Amol Soin⁸, Ganesan Baranidharan⁹, Peter Staats¹⁰, Leonardo Kapural¹¹, Phani Ashok Attaluri¹², Paul Verrills¹³, Sudhir Diwan¹⁴, Danielle Levin⁴, Nimisha Halder¹⁵, Alaa A Abd-Elseyed¹⁶, Manuel A Martínez-Vázquez¹⁷, Ana Paula Perez-Villarreal¹⁷, Victor M Silva-Ortiz¹⁷

¹Kansas Pain Management & Neuroscience Research Center, LLC, Overland Park, KS, USA. ²St. Luke's Rehabilitation Medical Center, Spokane, WA, USA. ³Newyork-Presbyterian, New York, NY, USA. ⁴Department of Anesthesiology, Perioperative Care & Pain Medicine, NYU Grossman School of Medicine, New York, NY, USA. ⁵Rochester Regional Health System, Rochester, NY, USA. ⁶The Spine and Nerve Center of the Virginias, Charleston, WV, USA. ⁷The University of Kansas Health System, Kansas City, KS, USA. ⁸The Ohio Pain Clinic, Dayton, OH, USA. ⁹Leeds Teaching Hospitals NHS Trust, Leeds, UK. ¹⁰National Spine & Pain Centers, Frederick, MD, USA. ¹¹Carolinas Pain Institute, Winston-Salem, NC, USA. ¹²Olathe Health, Olathe, KS, USA. ¹³Metro Pain Group, Clayton, VIC, Australia. ¹⁴Manhattan Spine & Pain, New York, NY, USA. ¹⁵Kansas City University, Kansas City, MO, USA. ¹⁶UW Health Pain Services, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA. ¹⁷Hospital Zambrano Hellion, TecSalud, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, San Pedro Garza García, N.L.

Anestesia en México 2025;37(1):

Fecha de recepción octubre 2024, fecha de revisión octubre 2024, fecha de publicación enero 2025.

drvictorsilva@gmail.com

Resumen:

En este artículo, proponemos un nuevo paradigma diagnóstico conocido como Síndrome de Malestar Abdominal Crónico (SMAC). La presentación del paciente se centra en el dolor abdominal crónico no explicado por patología aguda, con o sin dispepsia, distensión abdominal, náuseas y vómitos, entre otros síntomas. Se observa que la fisiopatología es neurogénica, posiblemente originada en los nervios simpáticos viscerales o en los nervios

aferentes de la pared abdominal. El diagnóstico se apoya de signos o síntomas que abarcan criterios clínicos, diagnósticos y funcionales. Se incluye una herramienta que puede ayudar a los clínicos a diagnosticar a los pacientes con SMAC según estos dominios. Esperamos facilitar el uso de nuestros criterios a médicos de atención primaria y gastroenterólogos, brindando orientación para seleccionar a los pacientes que podrían beneficiarse de intervenciones adicionales o de una evaluación por un



especialista en dolor. El especialista en dolor podría ofrecer intervenciones para proporcionar alivio al paciente.

Palabras Clave: SMAC, dolor abdominal crónico, dolor abdominal neurogénico, malestar abdominal crónico

Abstract:

In this article, we propose a new diagnostic paradigm known as Chronic Abdominal Discomfort Syndrome (CADS). Patient's presentation centers around chronic abdominal pain not explained by acute pathology with or without accompanying dyspepsia, bloating, nausea and vomiting among other symptoms. The pathophysiology is noted to be neurogenic, possibly stemming from visceral sympathetic nerves or abdominal wall afferent nerves. Diagnosis is supported by signs or symptoms traversing clinical, diagnostic and functional criteria. Included is a tool which can assist clinicians in diagnosing patients with CADS per those domains. We hope to facilitate primary care physicians' and gastroenterologists' utilization of our criteria to provide guidance for selecting which patients may benefit from further interventions or evaluation by a pain physician. The pain physician may then offer interventions to provide the patient with relief.

Keywords: CADS, chronic abdominal pain, neurogenic abdominal pain, chronic abdominal discomfort

Introducción

El dolor abdominal crónico (DAC) es una condición que afecta a millones de pacientes anualmente. En general, es un diagnóstico difícil de manejar debido a una gama de etiologías heterogéneas. Los criterios diagnósticos actuales definen el DAC como dolor constante o recurrente que dura al menos tres meses (1). Se estima que aproximadamente el 1-2 % de la población adulta está afectada por DAC, con mayor frecuencia en mujeres que en hombres (2). La etiología del DAC es elusiva, con una alta concordancia con cirugías abdominales previas, como herniorrafia, adhesiolisis y colecistectomía (3). Otros componentes identificables del DAC incluyen dolor visceral (pancreatitis crónica, angina mesentérica, etc.), dolor somático, dolor psicógeno y dolor funcional. También puede estar asociado a síntomas como náuseas, anorexia, distensión abdominal y saciedad temprana. El tratamiento generalmente se centra en la farmacoterapia, siendo los medicamentos más comúnmente utilizados los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), opioides, inhibidores de la bomba de protones y antidepresivos tricíclicos (4). En algunos casos, los medicamentos pueden exacerbar los síntomas, como en el desarrollo de úlcera péptica secundaria al uso excesivo de AINEs

o el estreñimiento secundario al uso de opioides. La fisiopatología del DAC puede ser multifactorial, lo que requiere una amplia gama de modalidades de tratamiento. Dentro del marco del DAC, proponemos una subclasificación diagnóstica que describimos como "Síndrome de Malestar Abdominal Crónico" (SMAC). Nuestro objetivo es establecer un consenso sobre la definición de SMAC, que abarque la sintomatología clínica y la fisiopatología con sospecha de etiología neuronal.

El paciente puede reportar antecedentes de cirugías abdominales previas con o sin posible lesión neuronal, como atrapamiento, adherencias y/o formación de neuromas. Los pacientes también pueden tener un diagnóstico de pancreatitis crónica. Se excluirían las enfermedades inflamatorias intestinales, como la colitis ulcerosa y la enfermedad de Crohn. Los síntomas asociados pueden incluir distensión abdominal, náuseas, vómitos o dispepsia. Estas enfermedades pueden resultar en una reducción de la calidad de vida e incapacidad para completar las actividades diarias, por lo que se pueden administrar encuestas objetivas para cuantificar el grado de deterioro.

En la exploración física, los signos pueden incluir dolor generalizado a la palpación abdominal con una localización imprecisa. La posición del paciente no debería cambiar el carácter del dolor. No deberían presentarse signos de abdomen agudo, como rigidez o inestabilidad hemodinámica. El abdomen no debería mostrar decoloración ni signos de trauma externo. Los pacientes que demuestren hiperalgesia o alodinia del abdomen también deben ser considerados si se descarta abdomen agudo. Específicamente, si el dolor abdominal está más localizado (es decir, se puede señalar con un dedo), debe considerarse dolor crónico de la pared abdominal (DCPA), también conocido como síndrome de atrapamiento del nervio cutáneo abdominal (ACNES) (5). Una herramienta eficaz para diagnosticar a estos pacientes es el signo de *Carnett*: empeoramiento del dolor abdominal al aumento de la tensión en la pared abdominal (6). Estos pacientes cumplirían con los criterios para un diagnóstico de SMAC. Diagnósticamente, los valores de laboratorio de lipasa, amilasa, enzimas hepáticas y bilirrubina deben ser estables y estar dentro de los rangos normales. Las imágenes pueden mostrar intervenciones previas, pero no se deben visualizar patologías agudas como aumento de la materia fecal, dilatación o edema del intestino, o tumores y otras obstrucciones.

Si ningún otro diagnóstico explica los signos y síntomas, considere el Síndrome de Malestar Abdominal Crónico. Es posible que un bloqueo nervioso diagnóstico del abdomen



(p. ej., Dolor Abdominal Transverso) pueda solidificar el diagnóstico, particularmente si va acompañado de una disminución en la cantidad de medicamentos orales tomados para el dolor. A continuación, se presenta un conjunto de criterios diagnósticos para establecer la condición, con investigaciones futuras destinadas al tratamiento y abordaje a largo plazo de los pacientes.

Fisiopatología nerviosa del malestar abdominal

La fisiopatología del dolor abdominal es importante de considerar, ya que puede sugerir objetivos terapéuticos. Los nervios espinales son la entidad clave en la conducción del circuito que informa a la pared abdominal y su contenido. El aporte sensorial de la pared posterior del cuerpo se comunica a través de la rama posterior, mientras que el aporte de las regiones anterolaterales de la pared corporal se transmite por la rama anterior del nervio espinal. La rama posterior y la anterior se unen para formar el nervio espinal, que se dirige hacia el ganglio sensorial (espinal), continuando hacia la raíz posterior y la asta posterior de la sustancia gris dentro de la médula espinal. Las señales son luego transmitidas al cerebro (7). Dentro de la pared corporal abdominal se encuentran estructuras importantes como el músculo liso y las glándulas, que requieren inervación simpática para su funcionamiento. El sistema simpático opera a través de una vía distinta; sus cuerpos celulares residen en la asta lateral de la médula espinal. Estas fibras salen de la médula espinal a través de la raíz anterior, convergen en el nervio espinal y se dirigen hacia los ganglios simpáticos paravertebrales, una colección de fibras simpáticas dispuestas en cadena a cada lado de la columna vertebral (8). Dentro del ganglio, las fibras simpáticas pueden regresar, no mielinizadas, al nervio espinal, donde luego se distribuyen a las ramas anterior y posterior junto con las fibras motoras somáticas y sensoriales. Es importante señalar que la inervación simpática se limita a los niveles T1-L2 de la médula espinal; por lo tanto, algunas fibras dentro del ganglio suben o bajan por el tronco simpático hacia niveles de la médula espinal más allá de T1-L2.

La inervación dentro de la cavidad abdominal es principalmente visceral. El dolor visceral es desencadenado por la distensión, la isquemia y la inflamación, siendo relativamente insensible a estímulos como el corte o la quemadura (9). A menudo, el dolor se describe como un malestar difuso, sordo, acompañado de náuseas ocasionales, vómitos y cambios transitorios en los signos vitales (10).

Las fibras simpáticas que salen de la médula espinal también pueden ingresar a otra colección de nervios

conocida como ganglios prevertebrales. El recorrido de esas fibras es el siguiente: salen de la médula espinal, pasan a través del ganglio paravertebral en el mismo nivel (sin sinapsis) y se dirigen hacia los nervios esplácnicos (simpáticos). Los esplácnicos luego hacen sinapsis en los ganglios prevertebrales ubicados a lo largo de la superficie anterior de la aorta abdominal. Los tres ganglios prevertebrales son: el ganglio celíaco, el ganglio mesentérico superior y el ganglio mesentérico inferior.

Específicamente, se cree que el dolor visceral es transmitido por las raíces nerviosas esplácnicas que surgen de T5-T12. Estas raíces nerviosas forman los nervios esplácnicos mayor, menor y mínimo, convergiendo en el plexo celíaco (11).

En general, la salida simpática espinal está fuertemente regulada por el cerebro, por lo que los estimuladores de la médula espinal han demostrado ser una modalidad de tratamiento eficaz (12,13).

Junto con las fibras simpáticas viajan fibras aferentes viscerales que regresan hacia la raíz posterior, al ganglio de la raíz dorsal y finalmente hacen sinapsis en la asta posterior de la sustancia gris dentro de la médula espinal (14). Aquí ocurre el fenómeno del dolor referido: las fibras viscerales y somáticas están en estrecha proximidad, lo que dificulta al cerebro discernir de dónde provienen exactamente las señales de dolor. Por lo tanto, el dolor de los órganos internos se refiere a sitios de la pared corporal. Este fenómeno se describe como "*viscerotomo*" (15). Las fibras somáticas superan en número a las esplácnicas aferentes (80% frente a 20% respectivamente), por lo que el dolor se caracteriza como sordo, vago y mal localizado (16). Con este fenómeno en mente, se postula que la terminología como "*síndrome de malestar abdominal*" encapsula mejor los síntomas.

Actualmente, el dolor nociplástico se define como "dolor que surge de una nocicepción alterada a pesar de no haber evidencia clara de daño tisular real o amenazado que cause activación de nociceptores periféricos, o evidencia de enfermedad o lesión del sistema somatosensorial que cause el dolor".

Los criterios diagnósticos para el CADS están relacionados con el dolor nociplástico.

En este manuscrito se sugiere incluir el término dolor nociplástico como parte de las características del CADS (17).

Criterios Diagnósticos

Los criterios diagnósticos propuestos para el Síndrome de Malestar Abdominal Complejo son:

Al menos 6 meses de síntomas de malestar abdominal



generalizado, sin cambios en los patrones intestinales o urinarios basales del paciente. Si el paciente tiene antecedentes psiquiátricos importantes (ansiedad, depresión, bipolaridad, esquizofrenia, etc.), estos deben estar bien controlados con una evaluación por parte de un psiquiatra o psicólogo, quien debe confirmar que esta condición no es un factor causal de los síntomas descritos del SMAC. El diagnóstico puede reconocerse según la tabla

descrita en (Figura 1): Criterios diagnósticos del Síndrome de Malestar Abdominal Crónico (SMAC).” La medición de la calidad de vida se basa en la administración del instrumento *Short Form 36 (SF36) de la Rand Corporation*, descrito más adelante. Un Bloqueo diagnóstico favorable (p. ej., bloqueo toracoabdominal, bloqueo subcostal o bloqueo iliohipogástrico) se define como aquel que proporciona más del 50 % de alivio del dolor según el paciente (18-20).

Tabla 1: Criterios diagnósticos para el Síndrome de Malestar Abdominal Crónico (SMAC). A. Basado en el instrumento *Short Form 36 (SF36)* de la *Rand Corporation* para medir la calidad de vida. B. Bloqueo Diagnóstico favorable (p. ej., bloqueo toracoabdominal, bloqueo subcostal o bloqueo iliohipogástrico) definido como aquel que proporciona más del 50 % de alivio del dolor según el paciente.

Criterios clínicos	<p>Dolor abdominal constante, difuso o local que es desproporcionado en relación con cualquier evento desencadenante. Hiperalgesia y/o alodinia del abdomen. Antecedentes de síndrome del intestino irritable. Antecedentes de manipulación o de patología de órganos viscerales (por ejemplo. Procedimiento de Whipple, pancreatitis, apendicectomía, colecistectomía, cirugía de reparación de hernia). Ausencia de signos peritoneales. Distensión abdominal Náuseas. Vómitos. Dolor generalizado a la palpación abdominal o signo de Camett positivo. Sin decoloración notable de la piel ni trauma abdominal. Sin distensión abdominal firme, rebote o defensa muscular. Sin hematoquecia.</p>	Criterios clínicos para el diagnóstico de SMAC:
Criterios diagnósticos	<p>Sin Hallazgos de patología aguda en las imágenes (ERCP, MRCP, vaciamiento gástrico, tomografía computarizada, resonancia magnética), sin aumento de materia fecal, dilatación o edema intestinal, tumores u otras obstrucciones en el abdomen. Respuesta a los bloqueadores anestésicos locales diagnósticos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Más del 50 % de los criterios clínicos (6/12) deben ser positivos. 2. El 100 % de los criterios diagnósticos y funcionales deben de ser positivos.
Criterios funcionales	Disminución en la función diaria secundaria al malestar abdominal (SF 36),	

Instrumento SF36 para la Medición de la Calidad de Vida

Se eligió el SF36 debido a su validez establecida para la práctica clínica y la investigación (21,22). Su potencial para la extrapolación y captura del estado de salud general y sus efectos en la calidad de vida percibida han sido firmemente establecidos (23). El instrumento se compone de 36 ítems que se evalúan en ocho dominios, que son los siguientes:

1. Limitaciones en actividades físicas debido a problemas de salud
2. Limitaciones en actividades sociales debido a problemas físicos o emocionales
3. Limitaciones en actividades habituales debido a problemas de salud física
4. Dolor corporal
5. Salud mental general (malestar psicológico y bienestar)

6. Limitaciones en actividades habituales debido a problemas emocionales
7. Vitalidad (energía y fatiga)
8. Percepción general de la salud

La encuesta ha sido validada para auto-administración en grupos de edad mayores de 14 años (24). Un puntaje más alto define un estado de salud más favorable (0-100) en el paso uno de la puntuación.

En el paso dos de la puntuación, se promedian los ítems específicos, de modo que se dividen entre los ocho dominios listados anteriormente.

Un objetivo identificado para estudios futuros será validar un puntaje umbral en el SF36 que pueda usarse como un correlato de los beneficios graduales de la implantación de PNS para el SMAC (es decir, la mejora esperada leve, moderada o significativa basada en los puntajes de entrada).



Conclusión

Actualmente, no existe una subclasificación diagnóstica del *Síndrome de Malestar Abdominal Complejo* (SMAC). Dada la amplia prevalencia del dolor abdominal crónico, es imperativo alcanzar un consenso para definir el SMAC y establecer criterios diagnósticos para su diagnóstico. Proponemos un conjunto de criterios diagnósticos que incluye una variedad de síntomas, resultados de imágenes y respuesta a bloqueos diagnósticos. Creemos que la fisiopatología será modulada neuronalmente. Además, esperamos facilitar el uso de nuestros criterios por parte de médicos de atención primaria y gastroenterólogos, brindando orientación para seleccionar a los pacientes que podrían beneficiarse de intervenciones adicionales o de una evaluación por un especialista en dolor. Para los especialistas en dolor, esperamos que la definición de la enfermedad y el conjunto de criterios diagnósticos permitan una categorización adecuada de los pacientes con SMAC y el uso de las intervenciones disponibles para proporcionar alivio del dolor (25),

Bibliografía

- Greenberger N. Chronic abdominal pain and recurrent abdominal pain. Merck Manual. Kenilworth, NJ: Professional version. Merck & Co., Inc; 2018.
- Hardt J, Jacobsen C, Goldberg J, et al. Prevalence of chronic pain in a representative sample in the United States. *Pain Med.* 2008;9(7):803–812. doi:10.1111/j.1526-4637.2008.00425.x
- Crombie IK, Davies HT, Macrae WA. Cut and thrust: antecedent surgery and trauma among patients attending a chronic pain. *Clinic Pain.* 1998;76(1):167–171. doi:10.1016/S0304-3959(98)00038-4.
- Streitberger K, Stüber F, Kipfer Buchli I, Stamer UM. Medikamentöse Schmerzbehandlung akuter und chronischer Abdominalschmerzen [Drug therapy of acute and chronic abdominal pain]. *Ther Umsch.* 2011;68(8):435–440. doi:10.1024/0040-5930/a000189.
- Applegate WV. Abdominal Cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES): A commonly overlooked cause of abdominal pain. *Perm J.* 2002;6(3):20–27.
- Hidalgo DF, Plemister J, Ordoñez ACO, James S, Young M. Carnett's Sign: An easy tool that saves unnecessary expenses in the evaluation of chronic abdominal pain: 1402. *Am J Gastroenterol.* 2017;112:S760–S761. doi:10.14309/00000434-201710001-01403.
- Gilroy AM, MacPherson BR, Voll M, Wesker K, Schünke M. Autonomic nervous system. In: *Atlas of anatomy.* Thieme; 2016:684–685.
- Fix JD. Divisions of the autonomic nervous system. In: *BRS neuroanatomy.* Lippincott Williams And Wilkin; 2013:268–269.
- Cervero F, Laira JMA. Visceral pain. *Lancet.* 1999;353(9170):2145–2148. doi:10.1016/S0140-6736(99)01306-9
- Kapural L, Nagem H, Tlucek H, et al. Spinal cord stimulation for chronic visceral abdominal pain. *Pain Med.* 2010;11(3):347–355. doi:10.1111/j.1526-4637.2009.00785.x
- Jones MR, Juneau C, Kaye AD. Celiac plexus block. In: Abd-elsayed A, editor. *Pain.* Cham: Springer; 2019. doi:10.1007/978-3-319-99124-5_175.
- Khan YN, Raza SS, Khan EA, et al. Application of spinal cord stimulation for the treatment of abdominal visceral pain syndromes. *Neuromodulation.* 2005;8(1):14–27. doi:10.1111/j.1094-7159.2005.05216.x
- Woodroffe RW, Pearson AC, Pearlman AM, et al. Spinal cord stimulation for visceral pain: present approaches and future strategies. *Pain Management.* 2020;21(10):2298.
- Gilroy AM, MacPherson BR, Voll M, Wesker K, Schünke M. ANS Circuitry. In: *Atlas of anatomy.* thieme; 2016:684–685.
- Hazarika NH, Coote J, Downman CB. Gastrointestinal dorsal root viscerotomes in the cat. *J Neurophysiol.* 1964;27(2):107–116. doi:10.1152/jn.1964.27.2.107.
- Ness TJ, Gebhart GF. Visceral pain: a review of experimental studies. *Pain.* 1990;41(2):167–234. doi:10.1016/0304-3959(90)90021-5.
- Fitzcharles MA, Cohen SP, Clauw DJ, Littlejohn G, Usui C, Häuser W. Nociceptive pain: towards an understanding of prevalent pain conditions. *Lancet.* 2021 May 29;397(10289):2098–2110. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00392-5. PMID: 34062144.
- Wie C, Ghanavatian S, Pew S, et al. Interventional treatment modalities for chronic abdominal and pelvic visceral pain. *Curr Pain Headache Rep.* 2022;26(9):683–691. doi:10.1007/s11916-022-01072-4
- Urits I, Jones MR, Orhurhu V, et al. A comprehensive review of the celiac plexus block for the management of chronic abdominal pain. *Curr Pain Headache Rep.* 2020;24(8):42. doi:10.1007/s11916-020-00878-4
- Vorenkamp K, Yi P, Kemp A. Sympathetic blocks for visceral pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2022;33(2):475–487. doi:10.1016/j.pmr.2022.01.010
- Beaton D, Hogg-Johnson S, Bombardier C. Evaluating changes in health status: reliability and responsiveness of five generic health status measures in workers with musculoskeletal disorders. *J Clin Epidemiol.* 1997;50(1):79–93. doi:10.1016/S0895-4356(96)00296-X
- Lins L, Carvalho F. SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life: scoping review. *SAGE Open Med.* 2016;4:205031211667172. doi:10.1177/2050312116671725
- Brazier JE, Harper R, Jones NM, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *BMJ.* 1992;305 (6846):160–164. doi:10.1136/bmj.305.6846.160
- Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-



- form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care.* 1992;30 (6):473–483. doi:10.1097/00005650-199206000-00002
25. Gupta M, Patil AS, Chitneni A, et al. Chronic abdominal discomfort syndrome (CADS): Defining and discussing a novel diagnosis. *J Pain Res.* 2024;17:975-979. Published 2024 Mar 11. doi:10.2147/JPR.S450008.





Fluidoterapia Perioperatoria en el Recién Nacido

Intravenous Perioperative Fluid Therapy in the Newborn.

¹Torres–Mata Lizbeth Yareli ¹Médico Anestesiólogo Pediatra. Centro Médico ABC. CDMX, ²Colín–Hernández Josefina, ²Médico Anestesiólogo Pediatra. Centro Médico ABC. CDMX. ³Ruvalcaba–Luna Hilda Esmeralda. ³Médico General. Saltillo, Coahuila.

Anestesia en México 2025;37(1):

Fecha de recepción agosto 2024; Fecha de revisión septiembre 2024, fecha de publicación enero 2025.

lizyare2010@hotmail.com

Resumen

Para el anestesiólogo, la administración de líquidos endovenosos es una de las intervenciones básicas para mantener y/o reestablecer la estabilidad cardiovascular en el paciente pediátrico. Aunque actualmente se reconoce al paciente pediátrico, como un individuo distinto al adulto y no como un adulto pequeño, aún existen muchas dudas sobre el manejo perioperatorio de líquidos. Se ha demostrado que la excesiva reposición hídrica es dañina, principalmente en los primeros días de vida y los errores en su administración, pueden desencadenar complicaciones. Así mismo, también se han reportado, situaciones donde la pérdida de líquido fue subestimada y fue causa de paro cardíaco perioperatorio. Encontrar el balance entre ambas en el paciente neonatal, es un reto y el reemplazo perioperatorio de líquidos debe ser un tratamiento tan importante, como cualquier otra medicación durante este período, y administrarse cuidadosamente con el fin de mantener la homeostasis.

Palabras clave: Neonatos, fluidoterapia, perioperatorio.

Abstract

For the anesthesiologist, the administration of intravenous

fluids is one of the basic interventions to maintain and/or restore cardiovascular stability in pediatric patients. Although the pediatric patient is now recognized as a distinct individual from adults and not simply a small adult, there are still many uncertainties regarding perioperative fluid management. It has been demonstrated that excessive fluid replacement is harmful, particularly in the first days of life, and errors in its administration can lead to complications. Additionally, there have been reports of situations where fluid loss was underestimated, resulting in perioperative cardiac arrest. Finding the balance between both in neonatal patients is a challenge, and perioperative fluid replacement should be regarded as an essential treatment, as important as any other medication during this period, and administered carefully to maintain homeostasis.

Keywords: Neonates, fluid therapy, perioperative.

Introducción

La calidad y cantidad de líquidos administrados en el transoperatorio se han estudiado ampliamente durante más de 75 años, desarrollando así varias fórmulas y métodos para predecir la efectividad de su reemplazo



sobre la hemodinamia del paciente pediátrico y a su vez también se está abriendo camino para comprender las diferencias fisiológicas entre esta población y la neonatal con el fin de evitar resultados deletéreos. La prematuridad, impone desafíos adicionales debido a la inmadurez orgánica y funcional.

Durante un procedimiento quirúrgico, ya sea programado o emergente, el reemplazo perioperatorio de líquidos debería considerarse como un tratamiento tan importante como cualquier otra medicación; se deben compensar los déficits de líquidos, mantener normovolemia, perfusión tisular, la función metabólica de una manera adecuada que de cierta forma compense los efectos hipotensivos de la mayoría de los agentes anestésicos y la cirugía por sí misma. (1–6) Por tal motivo, los cambios fisiológicos de un recién nacido sometido a cirugía, hacen aún más complejo su manejo. Encontrar el balance entre los ingresos y egresos, así como administrar aporte hídrico de calidad es fundamental para lograr la homeostasis (1). La terapia hídrica influye a largo plazo en el período postoperatorio y el concepto de una terapia hídrica dirigida por metas surge de la necesidad de generar un balance entre los beneficios y los potenciales daños de un manejo liberal o restrictivo de líquidos cuyo objetivo es preservar la perfusión y la oxigenación tisular según los signos clínicos que valoran la reserva cardiovascular del paciente. (2)

En este artículo buscamos describir los aspectos fisiológicos importantes que subyacen al manejo de los líquidos para esta etapa tan importante de transición. Se realiza un enfoque práctico para el manejo de líquidos intravenosos durante el perioperatorio, incluyendo el uso de cristaloides, coloides y la transfusión de derivados hemáticos.

Fisiología

In útero, el determinante principal del balance de fluidos es el flujo sanguíneo placentario y posteriormente la absorción de fluidos a través del tracto intestinal. En la vida fetal, el 90 % del peso corporal es agua y el volumen de líquido extracelular (LEC) se expande, representando el 60 % del peso corporal. A término, el 75 % del peso corporal es agua y el volumen de LEC el 40 % (1 -3). El volumen del líquido intersticial sigue disminuyendo durante la infancia alcanzando la distribución de líquido corporal promedio del adulto a los diez años. Los neonatos pretérmino tienen prácticamente el mismo porcentaje de agua que in útero. El volumen sanguíneo circulante es 80 mL/kg a término y 100 mL/kg en pretérmino aproximadamente (1).

Al nacer una parte del líquido que se encuentra dentro de los pulmones, es drenado y el resto se absorbe hacia los capilares y vasos linfáticos cuando se respira por primera vez. La tensión de oxígeno aumenta y las resistencias pulmonares caen, en condiciones normales ocurre el cierre de los cortocircuitos; sin embargo, la persistencia de conducto arterioso (PCA) es común en neonatos pretérmino que pesan menos de 800 g al nacer dando un aumento del flujo sanguíneo pulmonar por su cortocircuito y un incremento del riesgo de enfermedades pulmonares y enterocolitis necrotizante (ECN). Durante este período vulnerable la incidencia de PCA es afectada por la administración de líquidos endovenosos (1).

En el neonato de término los requerimientos de líquidos durante los primeros días de vida son bajos. Cuando se establece la alimentación con seno materno, el gasto urinario es bajo por los altos niveles de vasopresina circulante, las presiones vasculares pulmonares continúan disminuyendo y el retorno venoso pulmonar incrementa liberando péptido auricular natriurético y provocando así la diuresis, la cual se asocia con la pérdida de LEC y la reducción de un cinco a diez % del peso corporal en niños sanos, llegando a su punto más bajo alrededor del día cinco, aunque la mayoría de los bebés recupera peso entre los días siete y diez. Una característica importante en los neonatos pretérmino es que pueden perder hasta el 15 % de peso durante su primera semana de vida y les toma más tiempo que a los de término recuperarlo (1).

En pacientes con extremadamente bajo peso al nacer, la expansión del LEC por excesiva administración de volumen antes de que ocurra la diuresis postnatal tiene resultados adversos: incremento significativo del peso corporal, riesgo aumentado de persistencia del conducto arteriovenoso (PCA), enterocolitis necrosante (ECN), displasia broncopulmonar hemorragia intracraneal y muerte (1).

Después de la diuresis postnatal, el neonato crece rápidamente. La función renal se adapta para manejar una dieta con poco contenido de sodio, como la leche materna. El sodio que se requiere para el crecimiento se retiene en los túbulos distales por el sistema renina-angiotensina-aldosterona, el riñón tiene una capacidad limitada para concentrar la orina porque los túbulos renales son cortos a pesar de que a las 35 semanas de gestación, el número de nefronas está completo, así que se producen grandes cantidades de orina diluida a razón de 2-3 mL/kg/hora (40– 50 mL/kg/día); sin embargo, pueden deshidratarse fácilmente y presentar hipernatremia en el caso de una carga de soluciones endovenosas salinas isotónicas, ya que la aldosterona se libera muy lentamente. (1)



Se recomienda que, en caso de necesitar volumen, se administre a los neonatos líquidos libres de sodio, hasta que presenten la primera diuresis para permitir la disminución del volumen de líquido extracelular (LEC); no obstante, el consumo muy bajo de sodio se asocia con hiponatremia severa y complicaciones neurológicas, especialmente en los neonatos pretérmino (1).

Las pérdidas insensibles de agua a través de la piel dependen de la edad gestacional; por ejemplo, el neonato pretérmino lo hace vía transepidermica, por su gran área de superficie corporal y su pobre queratinización. El uso de cunas radiantes se traduce en una pérdida aún mayor y puede afectar significativamente el balance hídrico. La evaporación por la piel se asocia a enfriamiento, de tal forma que la dificultad de mantener eutérmico al neonato es una indicación de excesiva pérdida insensible de agua. La humidificación reduce las pérdidas insensibles de agua en los pacientes con apoyo ventilatorio total y los que tienen terapias de alto flujo con presión positiva, lo cual es muy importante considerar cuando se extuba a un neonato y se mantiene con el aporte de oxígeno no humidificado (1).

La glucosa sérica disminuye inmediatamente después del nacimiento, pero aumenta en las primeras horas en respuesta a la producción endógena de glucosa o por la alimentación. Sin embargo, los neonatos pretérmino tienen una baja reserva y en caso de ayuno prolongado tienen mayor riesgo de presentar hipoglucemia; sin embargo, el riesgo de hiperglucemia también existe y puede provocar diuresis osmótica, deshidratación y desequilibrio hidroelectrolítico, por lo que se reitera su monitorización estrecha (1,7).

Debido parcialmente, a la transición entre hemoglobina (Hb) fetal a la hemoglobina del adulto, al nacer, la limitada respuesta a la eritropoyetina y el rápido crecimiento, la anemia es común en los neonatos, sobre todo los que se encuentran en una unidad de cuidados intensivos (UCIN). Sin tratamiento se asocia a apnea, poca ganancia de peso y retraso en el neurodesarrollo; a pesar de eso, las transfusiones en los neonatos de muy bajo peso se han sugerido como factor de riesgo para desarrollar ECN, aunque su mecanismo no está del todo claro (1).

Reemplazo intraoperatorio de líquidos

La calidad y cantidad de líquidos administrados se han estudiado ampliamente durante más de 75 años (5). En 1957 *Holiday* y *Segar* presentaron la famosa regla 4/2/1 para el requerimiento calórico. Considerando que el consumo calórico en la anestesia general se asemeja a la tasa metabólica basal, se adoptó esta fórmula en la práctica

anestésica para determinar la terapia de mantenimiento hídrico en el perioperatorio. Desde entonces, se utilizaron extensamente soluciones hipotónicas con dextrosa al 5 % para reposición hídrica; ya que se pensaba que los pacientes bajo anestesia no perdían sodio y por lo tanto las soluciones balanceadas (Ringer, Hartmann) no estaban indicadas. No fue hasta en 1990, cuando se evidenció el daño inducido por hiponatremia secundaria al uso de dichas soluciones. (5, 6) La mayoría de estos pacientes terminaba con hematocritos elevados y falla pulmonar. Posteriormente se encontró que esto podía ser evitado al administrar fluidos con concentraciones electrolíticas similares al plasma. La aplicación de estos avances en población pediátrica era limitada y bajo la creencia de una inmadurez renal que no permitía la excreción de sodio, se les seguía administrando glucosa al 5% con consecuencias como convulsiones en el posoperatorio. Fue entonces cuando el *Dr. Frederic Berry* dedujo que estos pacientes sufrían hiponatremia y edema cerebral agudo (8). Por lo que propuso el manejo transoperatorio en la población pediátrica con soluciones balanceadas y aporte glucémico con las fórmulas de la tabla 1. (9) Sin embargo, en dicha fórmula se recomienda el uso de soluciones con dextrosa al 5%, cuya concentración es mayor a la sugerida recientemente. (3)

Tabla 1: Guías para manejo de fluidos para neonatos y niños durante el perioperatorio modificadas por Berry.

Edad	Solución para la primera hora (mL/kg)	Solución para las siguientes horas
Neonatos		Mantenimiento: 4 ml/kg/h Trauma: 6-10 ml/kg/h
< 3 años	25	4 ml/kg/h
3 – 4 años	20	Trauma leve: +2 ml/kg; 6 ml/kg/h
> 4 años	15	Trauma moderado: + 4ml/kg; 8ml/kg/h Trauma severo: + 6 ml/ kg; 10 ml/kg/h

Actualmente la fórmula más extendida es la de *Holiday-Segar* y se sigue utilizando para dar un panorama general del



balance hídrico, no obstante, el reemplazo perioperatorio de líquidos, sobre todo en pediatría debe normarse por otros métodos para garantizar la oxigenación y perfusión tisulares, por ejemplo, los índices dinámicos y estáticos que a continuación se describen. (2,5,6).

Estáticos: Presión venosa central (PVC) y (presión en cuña de la vena pulmonar) PVWP. Tienen baja sensibilidad y especificidad para predecir la respuesta a líquidos además de ser invasivas. Pueden representar más riesgo que beneficio para este fin. (2)

Dinámicos: PPV (Variación de presión de pulso) y SVV (variación de volumen sistólico) tienen alta sensibilidad y especificidad al predecir la respuesta a la administración de líquidos, pero requieren una línea arterial invasiva además que su utilidad en población pediátrica y neonatal es aún controversial. El PVI (Índice de variabilidad por pletismografía) estima de manera continua la variación pletismográfica según la forma de su onda y la potencial respuesta hemodinámica a la administración de líquidos. Se calcula midiendo los cambios en el índice de perfusión inducidos por la ventilación sobre un período de tiempo constante en uno o más ciclos respiratorios. Es un método no invasivo y que no requiere mucha experiencia, fácil de usar en niños, aunque también requiere más estudios que puedan validarlo en población neonatal. (2,10)

Hay pocos estudios que describen el manejo anestésico de líquidos en neonatos, pero se ha observado que en pacientes pediátricos el aporte "liberal" de líquidos aumenta el riesgo de complicaciones y los días de hospitalización (1).

Durante una cirugía, la terapia de líquidos es tan importante como cualquier otro tratamiento farmacológico y su objetivo es mantener o reestablecer el aporte de oxígeno a los tejidos para preservar la homeostasis neonatal (el volumen sanguíneo, la perfusión, el equilibrio ácido base y la función metabólica normal) (1, 3, 4).

El ayuno juega un rol muy importante, cada vez se recomiendan regímenes de ayuno mucho más liberales por los beneficios que otorgan además de las desventajas de un ayuno prolongado en la población neonatal y pretérmino (3–5). Por ejemplo, la *European Society of Anaesthesiology and Intensive Care* propone en su actualización de 2022 de las guías de ayuno preoperatorio en niños, en la población neonatal: cuatro horas de ayuno para fórmula, tres horas para leche materna y una hora para líquidos claros. (11) Exceder este tiempo particularmente en neonatos no aumenta el perfil de seguridad frente a la broncoaspiración; pero si la irritabilidad, la deshidratación, la hipotensión de difícil recuperación a la inducción y la hipoglucemia con sus

implicaciones metabólicas negativas (3,7); ya que, si hay un déficit importante de glucosa, aumenta la producción de cuerpos cetónicos, con disminución del bicarbonato, induciendo acidosis metabólica (3).

Los líquidos endovenosos se administran como mantenimiento, de reemplazo, así como de soporte si la presión arterial lo requiere. Ante cirugías con grandes recambios de volumen se deben anticipar las medidas a tomar cuidadosamente para que la homeostasis se mantenga (3). Este escenario es un buen ejemplo donde la sustitución de líquidos por la fórmula de Holliday–Segar no es suficiente, ya que no toma en cuenta las variaciones en la volemia durante la cirugía y donde el gasto urinario es un débil predictor de estabilidad hemodinámica, ya que cuando éste se altera puede haber ya inestabilidad. (10) y retrasar así el aporte de líquidos.

Es importante mencionar que la reposición al incuantificable "tercer espacio" ya no es válida. El espacio extracelular (EEC) se divide en intravascular e intersticial. El movimiento de líquidos de un espacio a otro (incluyendo proteínas) depende del endotelio capilar y la capa endotelial del glicocálix, que consiste en glucoproteínas y proteoglicanos unidos a la superficie endotelial capilar. La albúmina es contenida dentro de la lámina de glicocálix y a su vez, esta lámina requiere niveles adecuados de albúmina para funcionar. Además, esta capa de glicocálix tiene un papel muy importante en la inflamación, la hemostasia y el tono vasomotor; es frágil y se daña rápidamente ante una infusión rápida de líquidos endovenosos, cirugía, isquemia, hipoxia citocinas e hiperglucemia aguda; el resultado es un aumento de la permeabilidad vascular, pérdida plasmática de proteínas al espacio intersticial y edema. Cuando la presión hidrostática es baja, la fuga capilar se detiene. Al administrar líquidos, ya sean cristaloides o coloides, se retienen en el espacio intravascular hasta que la presión hidrostática aumenta y la filtración al espacio intersticial se reanuda, por lo que teóricamente, los cristaloides son tan efectivos como los coloides para soporte hídrico en lugar de la tradicional relación 3:1. Sin embargo, si el coloide se administra en un paciente euvolémico se retiene en el plasma, provocando hemodilución, incrementa la filtración transcápilar y el consecuente desplazamiento de albúmina al intersticio; los cristaloides también lo provocan pero al no aumentar la presión coloidosmótica la hemodilución es menor. (1,5). Por lo que reponer líquidos rutinariamente a este espacio no brinda un beneficio cuantificable, sino que puede ser muy deletéreo para el paciente.

Las soluciones de mantenimiento tienen el propósito de mantener los requerimientos de glucosa y fluidos durante



una cirugía. Habitualmente estos son menores a los de la UCIN, por su aumento en respuesta al estrés quirúrgico, pero la interrupción de una infusión previa de glucosa durante una cirugía se asocia a un riesgo aumentado de hipoglucemia; por lo tanto, se debe monitorizar la glucosa cuidadosamente o continuar la infusión a dosis bajas (al 10 % en reducción o con el uso de soluciones balanceadas isotónicas con 1–2.5 % de glucosa como solución de base) y nunca administrar dextrosa de manera rutinaria sin previos niveles séricos (1,3,5,7). Los requerimientos de agua durante una cirugía son bajos, se deben prevenir las pérdidas insensibles por evaporación y en caso de los neonatos pretérmino se recomienda que la cirugía se realice en la UCIN (1).

Las soluciones de reemplazo durante una cirugía se administran con el objetivo de reponer los déficits adicionales de fluidos y así mantener la homeostasis con la respectiva monitorización de los parámetros de perfusión. En la práctica anestésica por mucho tiempo se han preferido las “soluciones balanceadas”, como el *Ringer Lactato*, *Hartmann* y *Plasmalyte*, que contienen aniones metabólicos precursores de bicarbonato, lactato y acetato respectivamente (1,3-5), que, a diferencia de la solución salina, se acercan más a la composición del LEC, tienen menos efectos indeseables en la osmolaridad y el equilibrio ácido base. Debe evitarse su administración excesiva particularmente en los primeros días de vida y realizar una revaloración continua a la respuesta durante su reposición (1,3).

En neonatos se prefiere el uso de acetato en lugar del lactato porque se metaboliza mucho más rápido, es independiente de la función hepática, tiene poco incremento en el consumo de oxígeno y no interfiere en la medición de lactato sérico como marcador de perfusión tisular (4,7).

Una preocupación importante es el manejo de la hipotensión en neonatos, especialmente en los pretérmino en sus primeros días de vida. Bajo gasto cardíaco e hipotensión se asocian a un mayor riesgo de presentar hemorragia intracraneana, **ECN**, retraso en el neurodesarrollo y aumento de la mortalidad. No se ha establecido una presión arterial media (PAM) mínima para garantizar la perfusión en la población pediátrica (3,12); sin embargo, en neonatos tradicionalmente se define como una presión arterial media (PAM) < 30 mm Hg o su equivalente a la edad gestacional en mm Hg (1).

El retraso en el llenado capilar, baja presión arterial y acidosis metabólica son tradicionalmente conocidos como datos de hipoperfusión. En el neonato y el neonato pretérmino, la poca relación que hay entre un valor de

presión arterial y la perfusión permiten tener escenarios donde hay bebés normotensos, con datos de baja perfusión y viceversa (12). Su tratamiento incluye desde la expansión de volumen con cristaloides y coloides hasta el uso de inotrópicos y vasopresores. Sin embargo, las intervenciones para mejorar su manejo son obstaculizadas por la falta de evidencia (12). Por eso, el uso de inotrópicos y vasopresores debe ser individualizado y ser administrados únicamente con signos de baja perfusión, no solo por un valor de presión arterial y las oscilaciones de la misma, especialmente en neonatos pretérmino, deben ser evitadas ya que se asocian a hemorragia intraventricular (1).

El objetivo de la terapia de volumen es precisamente normalizar el volumen sanguíneo en caso de inestabilidad o pérdidas hemáticas. Un adecuado volumen sanguíneo es primordial para el retorno venoso, el cual es indispensable para un gasto cardíaco y perfusión tisular apropiados (3). Pareciera obvio que la hipovolemia por pérdida aguda de sangre se trata con hemoderivados y otras pérdidas anormales con líquidos isotónicos (1). Sin embargo, el escenario clínico no siempre es blanco o negro (1). Cada vez hay más evidencia que indica la relación entre las transfusiones y el incremento en la mortalidad neonatal, así que se han sugerido algunas medidas para su reducción en este grupo de edad e incluyen: el retraso en el pinzamiento del cordón umbilical, limitar la toma de muestras al mínimo indispensable, optimizar la nutrición y dependiendo del nivel de soporte ventilatorio requerido, disminuir el umbral del valor de hemoglobina para transfusión, así como el uso de soluciones balanceadas y coloides con el objetivo de mantener el volumen circulante adecuado (1, 3, 4).

El primer paso para estabilizar el sistema circulatorio en neonatos debe realizarse con soluciones balanceadas; sin embargo, en exceso ocasionan sobrecarga hídrica, disminuyen el aporte de oxígeno tisular y retrasan la recuperación. Cuando esta terapia ya no es efectiva el siguiente paso son los coloides. Hace algunos años se preferían los coloides semisintéticos, como la albúmina al 5 %, al demostrarse más efectiva para restaurar la presión sanguínea que la albúmina al 20 % (6), y por el riesgo que suponían los almidones y las gelatinas; en neonatos aún faltan investigaciones sobre el perfil de seguridad de estos últimos, pero en niños mayores con riñones sanos se pueden administrar como terapia de volumen con dosis de 5 a 10 mL/kg una vez que los cristaloides han dejado de ser efectivos (1, 3, 4).

Si lo anterior sigue siendo insuficiente para mantener o restaurar la perfusión es evidente la necesidad de



transfundir; en este caso, el beneficio excede al riesgo. Idealmente, los paquetes globulares de adulto se dividen en paquetes pequeños (36–66 mL) (3). Aproximadamente 4 mL/kg del paquete globular aumentarían 1 g/dL la Hb (6). Hay varias fórmulas para el cálculo del volumen a transfundir, la mayoría utilizan el hematocrito o la hemoglobina a alcanzar; sin embargo, no se han validado correctamente en la práctica clínica y casi siempre se subestima el volumen, aumentando los episodios de transfusión. En cambio, esta fórmula, por ejemplo, sugerida para el uso por anesthesiólogos en neonatos y niños críticamente enfermos, reduce el número de episodios de transfusión, con ello los costos y por supuesto, los riesgos: (1,12).

$$\text{Volumen por transfundir (ml)} = \text{Hb (g/dL) requerida} \times \text{peso (kg)} \times 4.8$$

Las guías canadienses de transfusión de 2017 sugieren la transfusión neonatal en pacientes sin soporte ventilatorio en los siguientes casos: (14)

- Pérdida aguda de sangre >10 % del volumen sanguíneo circulante
- Hemoglobina < 8 mg/dL en un neonato estable, pero con síndrome anémico
- Hemoglobina < 12 en un neonato con distres respiratorio o con cardiopatía congénita.

Aunque no hay guías durante el perioperatorio, el *British Committee for Standards in Haematology (BCSH)* hace recomendaciones transfusionales específicas en neonatos pretérmino según sus requerimientos ventilatorios y se pueden utilizar en el escenario quirúrgico. (Tabla 2) Para neonatos de término se pueden considerar los umbrales de los neonatos que no requieren soporte ventilatorio (15).

Tabla 2: Umbral de transfusión para neonatos prematuros (<32 semanas de gestación) de acuerdo con sus requerimientos ventilatorios.

Edad postnatal	Umbral transfusional (mg/dL)		
	Ventilación artificial	CPAP / O2	Sin aporte
Primeras 24 h.	< 12	< 12	< 10
1 – 7 días	< 12	< 10	< 10
8 – 14 días	< 10	< 9.5	< 7.5 – 8.5
> 15 días	< 8.5	< 8.5	< 8.5

En el período intraoperatorio alcanzar una Hb de 13 a 14

mg/dL es un objetivo útil evitando un hematocrito muy alto (> 65 %) porque al aumentar la viscosidad se reduce el aporte de oxígeno tisular y se asocia a complicaciones a largo plazo. (1) El plasma fresco congelado y los concentrados o aféresis plaquetarios tampoco son inocuos, además de ser costosos, por lo que se restringe su uso a neonatos con desordenes de coagulación diagnosticados. Se recomienda infundir el plasma a razón de 12 a 15 mL/kg y las plaquetas de 10 a 20 mL/kg (6,14). La transfusión masiva neonatal se define como a la transfusión de un volumen circulante en 24 horas o al 50 % del volumen circulante en menos de tres horas. En cirugías de alto recambio de volumen, donde se prevé que la pérdida será mayor a 40 mL/kg, se sugiere extender la monitorización a una línea arterial, para poder seguir los cambios hemodinámicos, el desequilibrio ácido base y los niveles de Hb en tiempo real, así como el uso de antifibrinolíticos y técnicas de ahorro hemático como el recuperador celular (3, 14).

Finalmente, para evitar la sobrecarga accidental de líquidos, en el neonato se deben utilizar bombas de infusión con límites de presión con jeringas de hasta 50 ml y vigilar la purga adecuada de líneas e infusores para prevenir los embolismos aéreos (3).

Conclusión

El neonato no es un adulto muy pequeño, y el reemplazo perioperatorio de líquidos no es el mismo para ambas poblaciones. La reposición hídrica es también un tratamiento que debe ser calculado y elegido cuidadosamente individualizando el caso. Su efectividad debe ser evaluada constantemente con los parámetros clínicos de una adecuada perfusión para mantener o recuperar la homeostasis durante una cirugía.

Referencias

1. O'Brien F, Walker I. Fluid homeostasis in the neonate. *Paediatr Anaesth* 2014; 24(1): 49–59. doi:10.1111/pan.12326
2. A. S. Swathy., Anudeep Jafra., Neerja Bhardwaj., Ravi P. Kanojia., Monika Baw. Goal-directed fluid therapy guided by plethysmographic variability index versus conventional liberal fluid therapy in neonates undergoing abdominal surgery: A prospective randomized controlled trial. *Pediatric Anesthesia* 2024; 34: 559–567. DOI: 10.1111/pan.14856
3. Sümpelmann R, Becke K, Brenner S, Breschan C, Eich C, Höhne C, Jöhr M, Kretz F, Marx G, Pape L, Schreiber M, Strauss J, Weiss M. Perioperative intravenous fluid



- therapy in children: guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany. *Pediatr Anaesth* 2017; 27(1): 10–18. doi:10.1111/pan.13007
4. Sümpelmann R, Becke K, Zander R, Witt L. Perioperative fluid management in children: can we sum it all up now? *Curr Opin Anaesthesiol* 2019; 32(3): 384–391. DOI:10.1097/ACO.0000000000000727
 5. Mathew A, Rai E. Pediatric perioperative fluid management. *Saudi J Anaesth* 2021; 15(4): 435-440. doi: 10.4103/sja.sja_140_21.
 6. Murat I, Humblot A, Girault L, Piana F. Neonatal fluid management. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2010; 24(3): 365–374. doi:10.1016/j.bpa.2010.02.014
 7. Sümpelmann R, Mader T, Eich C, Witt L, Osthaus W. A novel isotonic-balanced electrolyte solution with 1% glucose for intraoperative fluid therapy in children: results of a prospective multicentre observational post-authorization safety study (PASS). *Pediatr Anaesth* 2010; 20(11): 977–981. doi:10.1111/j.1460-9592.2010.03428.x
 8. Mai C., Yaster M., Chu L., Ahmed Z., Firth P. The development of pediatric fluid resuscitation: an interview with Dr. Frederic A. 'Fritz' Berry. *Pediatric Anesthesia* 24 (2014) 217–223. doi:10.1111/pan.12309
 9. Regulation of Fluids and Electrolytes. Ellis Demetrius. Chapter 5. SMITH'S ANESTHESIA FOR INFANTS AND CHILDREN. 2011 by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.
 10. Florence Julien, Julie Hilly, Tarik B. Sallah, Alia Skhiri, Daphne Michelet, Christopher Brasher, Laurent Varin, Yves Nivoche, Souhayl Dahmani. Plethysmographic Variability Index (PVI) accuracy in predicting fluid responsiveness in anesthetized children. *Pediatric Anesthesia* 23 (2013) 536–546. doi:10.1111/pan.12139
 11. Frykholm P, Disma N, Andersson H, Beck C, Bouvet L, Cercueil E, Elliott E, Hofmann J, Isserman R, Klaucaue A, Kuhn F, De Queiroz M, Rosen D, Rudolph D, Schmidt A, Schmitz A, Stocki D, Sümpelmann R, Stricker P, Thomas M, Veyckemans F, Afshari A. Pre-operative fasting in children: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. *Eur J Anaesthesiol* 2022; 39(1): 4–25. DOI:10.1097/EJA.0000000000001599.
 12. Karlsson J, Lönnqvist P. Blood pressure and flow in pediatric anesthesia: An educational review. *Pediatr Anaesth* 2022; 32(1): 10–16. doi: 10.1111/pan.14328.
 13. Morris K, Naqvi N, Davies p, Smith M, Lee P. A new formula for blood transfusion volume in the critically ill. *Arch Dis Child* 2005;90(7): 724–728. doi: 10.1136/adc.2004.062174.
 14. Canadian Blood Services. Clinical blood transfusion. Neonatal and pediatric transfusion. Available from: <https://professionaleducation.blood.ca/en/transfusion/clinical-guide/neonatal-and-pediatric-transfusion> (Accessed 3 November 2017).
 15. Arumainathan R, Stendall C, Visram A. Management of fluids in neonatal surgery. *BJA Educ* 2018; 18(7): 199–203. doi: 10.1016/j.bjae.2018.03.006



La Vía Aérea Neonatal, ¿Un Reto Para el Anestesiólogo?

The Neonatal Airway: A Challenge for the Anesthesiologist?

¹Lizbeth Yareli Torres-Mata, ¹Josefina Colin-Hernández, ¹Denisse Angélica Bremont-Panes, ²Hilda Esmeralda Ruvalcaba-Luna. ¹Médico anestesiólogo pediatra. Centro Médico ABC, Ciudad de México. ²Médico general.

Anestesia en México 2025;37(1):

Fecha de recepción agosto 2024, fecha de revisión septiembre 2024, fecha de publicación enero 2025.

lizyare2010@hotmail.com

Resumen

La vía aérea en el recién nacido, siempre ha sido un reto para todos los que trabajamos con este grupo de población; sin embargo, se vuelve un problema más común en manos poco experimentadas. Representa una causa de morbilidad y mortalidad relacionadas con la anestesia. Por lo tanto, en esta revisión, se busca describir las características anatómicas, y cambios fisiológicos propios del recién nacido; hacer hincapié en tener todo el material disponible y ordenado. Un plan a seguir en caso de complicaciones, para obtener un resultado asertivo con el mínimo de complicaciones. El primer intento de intubación es el mejor.

Palabras clave: Neonatos, vía aérea difícil predicha, vía aérea difícil no predicha.

Abstract

The airway in newborns has always been a challenge for all of us who work with this population group; however, it becomes a more common problem in inexperienced hands. It represents a cause of morbidity and mortality related to anesthesia. Therefore, this review aims to

describe the anatomical characteristics and physiological changes specific to newborns; emphasize having all the material available and organized. A plan to follow in case of complications, to achieve an assertive result with the minimum of complications. The first intubation attempt is the best.

Keywords: Neonates, predicted difficult airway, unpredicted difficult airway

Introducción

Durante la práctica anestésica el manejo perioperatorio del recién nacido es un reto, incluso para anestesiólogos entrenados (1).

La combinación de cirugía mayor y anestesia en niños de muy bajo peso al nacer se asocia a un riesgo aumentado de la mortalidad o de un pobre desarrollo neurológico en un 50 %; además, los neonatos son más susceptibles a presentar eventos adversos relacionados con la vía aérea (VA), que pueden derivar a daño cerebral isquémico o incluso la muerte por la asociación a comorbilidades y sobre todo la apnea en pretérminos que hacen que la laringoscopia se vuelva difícil y requiera estrategias



alternas para realizar una intubación exitosa(1-3). Se define la intubación difícil imprevista como: dos intentos fallidos de intubación orotraqueal (4).

En el estudio europeo multicéntrico observacional NECTARINE (Neonate and Children audIT of Anesthesia practice IN Europe) se observó una incidencia de dificultad para la intubación en niños menores de 60 semanas de edad postconceptual de 5.8 %, presentando 40 % de ellos hipoxemia severa en comparación con niños mayores o adultos (5).

Características anatómicas

Los niños no son adultos pequeños y los neonatos también son diferentes a niños mayores; la vía aérea superior neonatal es muy particular (2,6).

Durante el manejo de la VA en neonatos, es importante tener en cuenta las características anatómicas:

1. Cabeza

Mucho más grande, por el rápido desarrollo del cerebro neonatal, teniendo una relación cabeza- cuerpo de 19 %, comparada con el 9 % del adulto (7). Los neonatos tiene un occipital grande que los mantiene en un estado de flexión cervical natural cuando están en supino, lo cual incrementa el riesgo de obstrucción durante la anestesia general o incluso durante una sedación y en ocasiones es necesario colocar un cojinete debajo de los hombros para extender el cuello y evitar el giro lateral de la cabeza. (Imagen 1).

2. Lengua

Al ser proporcionalmente grande para la boca, se incrementa el riesgo de obstrucción con la lengua y puede dificultar la intubación endotraqueal.

3. Laringe:

Se encuentra a la altura de la segunda y tercera vértebras cervicales (C2–C3). Durante la laringoscopia, se puede tornar difícil desplazar la epiglotis anteriormente ya que en el neonato es más estrecha, corta y angulada hacia la base de la lengua, con una forma de omega (Ω) invertida y es proporcionalmente más grande en la hipofaringe (2,7). Además, los cartílagos ariepiglóticos están muy cerca de la línea media y pueden opacar a las cuerdas vocales (7). La descripción original hecha por *Eckenhoff*, propuso que los neonatos e infantes, el espacio más estrecho de la vía aérea pediátrica se encontraba en el cartílago cricoides en una laringe en forma de embudo (8). Teoría que hoy ha

sido muy cuestionada por la literatura en los últimos 20 años, se ha demostrado que la forma de la laringe, es más un cilindro que un embudo y que el cartílago cricoides es la parte más estrecha de la laringe es más elíptico que redondo. No obstante, este debate continúa (7).



Imagen 1: Perímetro cefálico de un RN



Imagen 2: Paladar hendido

Fisiología Respiratoria

Es importante considerar los cambios fisiológicos que ocurren en el neonato, al momento del nacimiento. Después de nacer, al realizar la primera respiración, el neonato necesita generar presiones negativas inspiratorias desde 20 cm H₂O a más de 70 cm H₂O, para superar las fuerzas superficiales iniciales. Los fluidos pulmonares son rápidamente expulsados de la vía respiratoria superior, y



los residuales se transportan a través de los capilares y los vasos linfáticos dilatados y así la complianza mejora (7,9). También con la expansión pulmonar, el factor surfactante es liberado dentro del alveolo, para mantener la estabilidad alveolar.

Capacidad funcional residual (CFR).

Los neonatos necesitan energía, para mantener un adecuado intercambio gaseoso, y lo logran interrumpiendo su exhalación antes de alcanzar su CFR estática, lo que provoca una especie de freno diafragmático, además de un cierre de los músculos aductores de la laringe, ambos proveen presión positiva al final de la espiración, ayudando a mantener el volumen pulmonar (2,5,7), el cual es desproporcionalmente pequeño en relación con su talla.

La tasa metabólica es el doble que la del adulto, lo que provoca un incremento en los requerimientos ventilatorios, lo que se refleja con el aumento de la frecuencia respiratoria (5,7).

Resistencia en la vía aérea.

Es mayor en neonatos, comparado con niños mayores y adultos.

Ya que la resistencia es inversamente proporcional al radio de la vía aérea, incluso un pequeño estrechamiento crea un aumento significativo en la resistencia y el esfuerzo ventilatorio. Por ello, son más vulnerables a las enfermedades respiratorias (7).

Tórax. El tórax del neonato es muy compliant, sin embargo, su caja torácica cartilaginosa y sus músculos respiratorios poco desarrollados, incrementan el riesgo de pérdida de volumen y cierre de la vía aérea especialmente cuando están en apnea, sedados o con bloqueadores neuromusculares (2,7). De tal forma que cualquier estado de depresión neurológica, sedación o anestesia puede disminuir la CFR, con una sostenida depresión ventilatoria si la hipoxia no es resuelta. La hipotermia también puede causar depresión ventilatoria con bradicardia, ambas más desproporcionadas y persistentes que en niños mayores (7).

Estudios con animales sugieren que la VA neonatal parece ser más sensible a la estimulación o irritación mecánica, teniendo un período de hiperexcitabilidad laríngea; por ejemplo, los reflejos protectores como tos y deglución observados en niños mayores no parecen ser constantes en neonatos, quienes pueden responder a un estímulo con laringoespasma severo y apnea central resultando en

bradicardia (2,7).

Manejo de la vía aérea neonatal

Considerando que la VA neonatal puede volverse difícil inesperadamente, antes de iniciar su manipulación, se debe tener un plan simple y claro, comprendiendo los posibles escenarios de complicaciones y su manejo (2). La parte más importante de este plan, es la preparación.

Historia clínica:

1. Considerar los antecedentes prenatales, la edad gestacional al nacimiento y la corregida, sus comorbilidades y cualquier problema relacionado con prematuridad, ya que sus secuelas pueden impactar directamente en el abordaje de la vía aérea. Por ejemplo, pueden desarrollar síndrome de distres respiratorio, caracterizado por disminución de la complianza, desequilibrio entre ventilación-perfusión e incremento de los cortocircuitos intrapulmonares. Con el tiempo, estos pacientes desarrollan displasia broncopulmonar, tienen un incremento en las resistencias de la vía aérea y pueden necesitar oxígeno suplementario o soporte respiratorio no invasivo con presión positiva (6).
2. Exploración física: buscar malformaciones congénitas que involucren la VA, tales como *micrognatia*, *retrognatia*, *apertura bucal limitada*, asimetría facial, atresia de coanas, hendiduras laríngeas, hemangiomas, anillos traqueales completos, quistes subglóticos, traqueobroncomalacia, laringomalacia, fístulas traqueoesofágicas, masas compresivas, columna cervical fija, entre otros. También existen patologías adquiridas, como el estrechamiento subglótico por intubación prolongada. Por lo cual es importante asociar algún síndrome que nos anticipe el manejo difícil de la VA, por ejemplo, *Treacher-Collins*, *Pierre Robin* (4). (Imagen 2 y 3).

Deben reconocerse patologías que, aunque no son de VA la pueden afectar indirectamente, provocando una disminución considerable del CFR y aumentan a su vez el riesgo de broncoaspiración, como enterocolitis necrotizante, onfalocelo y gastrosquisis (6).

No existen escalas de valoración de VA difícil, como las desarrolladas para el adulto, sin embargo, la micrognatia o dismorfias faciales podrían indicar dificultad para la intubación o ventilación en el neonato (7).

3. Debemos asegurarnos, que contemos con todo el material necesario, siendo indispensable involucrar a todo el equipo quirúrgico, ya sea en quirófano, en cuidados intensivos o en urgencias y crear un plan de manejo en caso de presentar una VA difícil inesperada (1,2,7).

Hay tres pilares principales para el manejo de la VA:



oxigenación, mantenimiento de la profundidad anestésica y la selección adecuada de dispositivos y técnicas:

Oxigenación: una reducción en la saturación arterial de oxígeno (SO_2) puede ser reversible rápidamente con ventilación facial; sin embargo, períodos prolongados de hipoxemia, pueden desencadenar bradicardia y paro cardíaco. Se recomienda la oxigenación apneica mientras se realiza la laringoscopia, el cual han demostrado preservar la normoxemia por un período mayor que con la laringoscopia convencional sin oxígeno suplementario (2).

Profundidad anestésica: No existe una técnica universal para todas las intubaciones, siempre deberá ser individualizada, sin embargo, es un hecho que manipular la vía aérea bajo un plano anestésico insuficiente es una de las principales causas de laringoespasma y de resultados no deseados durante el intento de intubación; por lo tanto, es vital tener un plano anestésico adecuado, para la intubación exitosa al primer intento. Algunos estudios recientes sugieren que el uso de bloqueadores neuromusculares en neonatos, cuando sus características anatómicas lo permiten, propicia un ambiente favorable y disminuye el número de intentos de intubación orotraqueal (2,4).

Selección adecuada de dispositivos y técnicas:

a). **La ventilación facial**, es la piedra angular en el manejo efectivo de la VA en cualquier edad, el tamaño de la máscara facial debe ser apropiado para minimizar las fugas, abarcando boca y nariz sin lastimar los ojos. Los hombros deben elevarse con un soporte posterior y mantener la cabeza neutral. Un error común es sobre-extender el cuello o hacer demasiada presión con los dedos en el área submentoniana, lo que obstruye fácilmente la VA al ser más estrecha (7).

b). **Cánulas orofaríngeas.** Se deben tener disponibles la 00, 0 y 1. Siempre medir la cánula orofaríngea previo inicio de la instrumentación de VA, ya que una demasiado grande puede mover la epiglotis posteriormente y empeorar la obstrucción, una demasiado pequeña empuja la lengua hacia posterior con el mismo resultado (7). La mayoría de las veces con una apropiada acomodación del paciente y ventilación, no es necesario colocar un dispositivo oral o nasal para aliviar la obstrucción.

c). **Insuflación gástrica.** Una vez que se consigue ventilar exitosamente, debe mantenerse la ventilación con presiones entre 14-16 cm H_2O con el fin de prevenir la insuflación gástrica (7).

d). **Ventilación difícil.** Se debe contar con dispositivos como máscaras laríngeas, útiles también en procedimientos,

que no requieren soporte ventilatorio prolongado, en los que el riesgo de broncoaspiración sea mínimo, existan pocas probabilidades de movimiento del dispositivo durante el procedimiento y una función pulmonar teóricamente intacta (7). Se pueden colocar desinflados previamente, sin embargo, también puede ser colocados con un poco de aire. Su lubricación es esencial. Una vez colocado, cuando se aplique presión positiva debe observarse la elevación del tórax y la presencia de CO_2 en el capnógrafo, si no observan estos hallazgos se asume que el dispositivo está mal colocado y debe corregirse inmediatamente. En neonatos es común que se coloque demasiado lejos y llegue a insuflar el estómago o que se coloque encima de la epiglotis provocando obstrucción. Lo anterior se puede corregir fácilmente retirando un poco el dispositivo supraglótico o reposicionando la cabeza del bebé, respectivamente (7). Se puede considerar el uso de bloqueadores neuromusculares.

e). **Intubación.** Como se mencionó antes, el plano anestésico debe ser el adecuado, con el uso de los medicamentos anestésicos habituales, más una dosis de bloqueador neuromuscular; lo que incrementa la tasa de éxito, disminuye el número de intentos de intubación y el trauma en la VA. Es posible que la ventilación espontánea brinde una falsa sensación de seguridad; sin embargo, la laringe neonatal es hiperreactiva y si ocurre un laringoespasma o si el paciente llega a moverse, complicará el manejo (7,10).

Desde las hojas endotraqueales rectas *Miller* (00, 0 y 1) para las laringoscopias directas a los videolaringoscopios hiperangulados y los fibroscopios, los dispositivos de la VA han evolucionado, presentando un amplio rango de tamaños y formas para las diferentes necesidades anatómicas del neonato (2).

Actualmente, el uso de videolaringoscopios se ha asociado a una mejora en la tasa de éxito de intubación en niños menores de 10 kg, incluso en proveedores inexpertos, ya que el personal en entrenamiento puede ser supervisado y corregido en el momento gracias a la cámara. Además, en neonatos con VA difícil predicha (*Cormac –Lehane 3 – 4*), se demostró que con videolaringoscopio hay una tasa de intubación exitosa mayor al primer intento que con laringoscopia convencional (7,11).

La elección del tubo endotraqueal se determina por el peso del neonato y del juicio clínico (Tabla 1). Idealmente debe elegirse el tubo más grande para disminuir la resistencia en la VA (1,7). El uso de tubos con globo se ha incrementado progresivamente desde el 2001, con un porcentaje de su uso en el 2016 del 60 % (12). Se han



observado beneficios del uso de tubos con globo, probando su utilidad al minimizar la necesidad de manipular varias veces la VA, disminución de fugas durante la ventilación, incluyendo la preocupación por el riesgo de aerolización durante la pandemia de COVID-19 y finalmente protege de una potencial broncoaspiración. Además, con su uso no se ha observado una gran diferencia en el estridor post extubación, tasa de reintubación, neumonía asociada al ventilador, días de intubación y estancia en unidades de cuidados intensivos (6,11). El uso de estiletes durante la laringoscopia con hojas estándar, no aumentan el éxito de la intubación traqueal y podría ser traumático para las vías respiratorias neonatales (4).

En general se acepta que niños que pesan más de 3 kg un tubo 3.0 con globo puede ser considerado, para niños entre 1.5 a 3 kg los tubos sin globo son generalmente utilizados, mientras que para los que pesen menos de 1.5 kg un tubo sin globo es la elección (6). En caso de utilizar un tubo con globo es necesario mantener la presión de inflado del mismo en menos de 25 cm H₂O (7).

Siguiendo la fórmula para calcular la distancia del tubo respecto a la comisura labial, se considera: “la regla del peso + 6”: 1 kg/ 7 cm, 2 kg/ 8 cm, 3 kg/9 cm. (4). (Tabla 1).

Tabla 1. Tamaño de tubo endotraqueal y longitud de fijación basada en peso.

Peso (kg)	Tamaño del tubo (mm)	Longitud oral (cm)	Longitud nasal (cm)
< 0.7	2.0	5	5
< 1	2.5	6	7
1	2.5–3.0	7	7.5
2	3.0	8	9
3	3.0–3.5	9	10.5
3.5	3.0–3.5	9.5-10	11

Escenarios con vía aérea difícil predicha y no predicha

Si es una VA difícil predicha, inicia desde el primer intento de intubación con el videolaringoscopio, acompañando el tubo endotraqueal, con un estilete para mejorar la curvatura del mismo.

Si la laringoscopia directa, no se logra en una VA difícil no predicha.

Si el paciente, se encuentra estable: realizaremos el segundo intento de intubación con videolaringoscopia (primera técnica avanzada), colocando en el tubo endotraqueal

un estilete para mejorar la curvatura del mismo. Si no es posible la intubación con videolaringoscopio realizar un segundo intento con hojas hiperanguladas con un estilete flexible o rígido, uso de fibroscopio solo o combinado con videolaringoscopia, fibroscopio a través de un dispositivo supraglótico (4).

Si el paciente se encuentra inestable: intentar estabilizar al paciente con ventilación con mascarilla facial; si no es posible, colocar un dispositivo supraglótico para mejorar la oxigenación, con lo cual se puede realizar el primer intento de intubación con videolaringoscopio. Debe considerarse el uso de relajantes neuromusculares, mejorar el plano anestésico y procurar no realizar más de cuatro intentos (4).

Siempre limitar el número de intentos de intubación endotraqueal, si no es posible al primer intento, considerar el cambio de técnica, cambiar al proveedor, en cada intento; para así disminuir el riesgo de edema o sangrado de las vías respiratorias. No realizar más de cuatro intentos. Si no se tuvo éxito, hay que abortar los intentos y despertar al paciente en lo posible (4).

VA de emergencia

Si el paciente no se encuentra en condiciones, para despertarse, hay que preparar técnicas avanzadas del manejo de la vía aérea (4).

- Se usa broncoscopio rígido como técnica avanzada cuando la entrada laríngea está obstruida por hinchazón y en casos de estenosis o compresión de la VA superior.
- eFONA (*Emergency front-of-neck airway*).
- ECMO (Oxigenación por membrana extracorpórea).
- Traqueotomía quirúrgica. La traqueotomía quirúrgica es el acceso de emergencia preferido a la tráquea en recién nacidos.

Conclusión

La manipulación de la VA, es un procedimiento que puede poner en riesgo la vida, particularmente en pacientes con baja reserva de oxígeno como los neonatos y se requieren conocimientos y habilidades específicos. Tal como *García-Marcinkiewicz* y *Matava* indican, cada intento de intubación en un neonato debería ser considerado un evento crítico, y este primer intento debe considerarse a su vez como el único. La elaboración de un plan, que se ajuste a las capacidades de cada hospital y de su equipo, son una pieza clave en la intubación exitosa de un neonato, así cada miembro del equipo debe prepararse



por completo, para mantener al paciente lo más seguro posible. Debe enfatizarse el uso de videolaringoscopios, desde el primer intento de intubación endotraqueal, para disminuir el número de intentos en VA difíciles predichas. Se requiere de entrenamiento constante de intubación en el paciente pediátrico en por lo menos cada dos años.

12. Dariya V, Moresco L, Bruschetti M, Brion LP. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for neonates. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2022; 1(1):CD013736 doi: 10.1002/14651858.CD013736.pub2.

Referencias

1. Subramaniam R. Anaesthetic concerns in preterm and term neonates. *Indian J Anaesth* 2019; 63: 771-779. doi:10.4103/ija.IJA 591_19.
2. García-Marcinkiewicz A, Matava C. Safe in the first attempt; teaching neonatal airway management. *Curr Opin Anesthesiol* 2022; 35: 329 – 336. DOI:10.1097/ACO.0000000000001128
3. Si Ra Bang. Neonatal anesthesia: how we manage our most vulnerable patients. *Korean J Anesthesiol* 2015; 68(5): 434-441 <http://dx.doi.org/10.4097/kjae.2015.68.5.434>
4. Disma N, Asai T, Cools E, et al. Airway management in neonates and infants: European Society of Anaesthesiology and intensive care and British Journal of Anesthesia joint guidelines. *British Journal of Anaesthesia*, 2024; 132(1): 124-144.
5. Disma N, Virag K, Riva T, et al. Difficult tracheal intubation in neonates and infants. Neonate and Children audit of Anaesthesia pRactice IN Europe (NECTARINE): a prospective European multicentre observational study. *Br J Anaesth* 2021; 1173 –1181 doi: 10.1016/j.bja.2021.02.021
6. Narasimhan J, Takashi A. Difficult airway management: children are different from adults, and neonates are different from children! *British Journal of Anaesthesia* 2021; 126(6): 1086-1088 doi:10.1016/j.bja.2021.03.012
7. Park R, Peyton J, Kovatsis P. Neonatal airway management. *Clin Perinatol* 2019; 46: 745–763 <https://doi.org/10.1016/j.clp.2019.08.008>
8. Eckenhoff JE. Some anatomic considerations of the infant larynx influencing endotracheal anesthesia *Anesthesiology* 1951; 12: 401-410. doi.org/10.1097/00000542-195107000-00001.
9. O'Brien F, Walker I. Fluid homeostasis in the neonate. *Pediatric Anesthesia* 2014; 24: 49–59. doi:10.1111/pan.12326
10. Ozawa Y, Ades A, Foglia EE, et al. Premedication with neuromuscular blockade and sedation during neonatal intubation is associated with fewer adverse events. *J Perinatol* 2019; 39(6): 848-856. doi.org/10.1038/s41372-019-0367-0.
11. Tao B, Liu K, Wang D, et al. Comparison of GlideScope video laryngoscopy and direct laryngoscopy for tracheal intubation in neonates. *Anesth Analg* 2019; 129(2): 482-486 doi.org/10.1213/ane.0000000000003637.



Manejo de Clipaje Temporal en Cirugía de Aneurisma Cerebral

Management of Temporary Clipping in Cerebral Aneurysm Surgery

¹Martha Itzhel Gómez-Ramírez. ¹Neuroanestesióloga del Hospital de Especialidades Antonio Fraga Mouret. CMN La Raza. CDMX.

Anestesia en México 2025;37(1):

Fecha de recepción septiembre 2024, fecha de revisión octubre 2024, fecha de publicación enero 2025.
marthamiu@hotmail.com

Resumen

El Accidente Vascular Cerebral (AVC) hemorrágico constituye el 32 % de los AVC a nivel global, siendo causado por hemorragias subaracnoideas (HSA) o hemorragias intracerebrales. La HSA puede originarse debido a la ruptura de aneurismas cerebrales, con una prevalencia del 3.2 % en la población general. La HSA aneurismática representa alrededor del 5 %, presentando una elevada mortalidad del 32 %-67 %. El clipaje temporal consiste en la aplicación cuidadosa y precisa de un dispositivo de oclusión temporal en un aneurisma, deteniendo el flujo sanguíneo hacia la zona afectada durante el procedimiento quirúrgico. El tiempo máximo permitido para la duración del clipaje temporal es quizá el punto más controvertido a tomar en cuenta. Una duración permisiva para el clipaje temporal, con monitoreo de potenciales evocados de 312 segundos; el cual, a pesar de que no exista un valor estándar universal, es actualmente utilizado como el tiempo límite por una gran cantidad de equipos médicos (cinco minutos).

Palabras clave. Aneurisma cerebral, Clipaje temporal, manejo anestésico.

Abstract

Hemorrhagic Stroke (HS) constitutes 32 % of all strokes worldwide, caused by subarachnoid hemorrhages (SAH) or intracerebral hemorrhages. SAH may result from the rupture of cerebral aneurysms, with a prevalence of 3.2 % in the general population. Aneurysmal SAH accounts for about 5 % of cases, presenting a high mortality rate of 32 %-67 %. Temporary clipping involves the careful and precise application of a temporary occlusion device to an aneurysm, stopping blood flow to the affected area during the surgical procedure. The maximum allowable duration of temporary clipping is perhaps the most controversial point to consider. A permissible duration for temporary clipping, with evoked potential monitoring, is 312 seconds, which, although there is no universal standard value, is currently used as the time limit by many medical teams (five minutes).

Keywords: Cerebral aneurysm, temporary clipping, anesthetic management.

Aspectos Generales

Los aneurismas cerebrales (AC) representan un desafío



médico considerable debido a su naturaleza impredecible y potencialmente devastadora; un aneurisma que lleva a una hemorragia es un evento potencialmente catastrófico, que requiere de intervención oportuna y definitiva. El Accidente Vascular Cerebral (AVC) hemorrágico constituye el 32 % de los AVC a nivel global, siendo causado por hemorragias subaracnoideas (HSA) o hemorragias intracerebrales. La HSA puede originarse debido a la ruptura de aneurismas cerebrales, con una prevalencia del 3.2 % en la población general. Dentro de los AVC, la HSA aneurismática representa alrededor del 5 %, presentando una elevada mortalidad del 32 %-67 % y dejando a un tercio de los sobrevivientes funcionalmente dependientes. La prevención del resangrado aneurismático es crucial, debido a su alta mortalidad; este tiene un riesgo durante las primeras 24 horas de entre el 4 % y el 13.6 % posterior al ictus. (1) Durante este periodo, el control estricto de la presión arterial es esencial, aunque la evidencia sobre la presión arterial específica antes del tratamiento del aneurisma, es limitada. Se ha observado que reducir la presión arterial ofrece beneficios en el tratamiento, con la mayoría de la literatura sugiriendo mantener la presión sistólica por debajo de 160 mm Hg utilizando fármacos como *nicardipino*, *labetalol* o *esmolol* hasta la realización del clipaje (2).

Las metas de la cirugía de aneurisma cerebral son diversas y se centran en facilitar el tratamiento definitivo, prevenir resangrados, mantener la presión de perfusión cerebral, controlar el edema cerebral, monitorear la función neurológica, optimizar la hemodinamia sistémica y anticiparse a situaciones de crisis, como la ruptura aneurismática. Durante décadas, se han perfeccionado diversas técnicas para abordar estas dilataciones anormales de los vasos sanguíneos cerebrales, buscando no solo salvar la vida, sino también preservar la función cerebral del paciente. En este contexto, el clipaje temporal (CT) ha ganado un lugar como un método de vanguardia, redefiniendo los estándares de la cirugía de aneurisma cerebral. Durante casi un siglo desde su invención (3) han modificado su forma, propiedades y presión, terminando en un dispositivo muy distinto a los clips permanentes, con presiones de cierre de alrededor del 60 % (0.88-1.08 N), la cual es variable en su punta a manera de ser menos traumáticos para el endotelio vascular, con una forma específica para su colocación perpendicular y contar con una máxima capacidad de bloqueo del vaso.

El clipaje temporal consiste en la aplicación cuidadosa y precisa de un dispositivo de oclusión temporal en un aneurisma, deteniendo el flujo sanguíneo hacia la zona afectada durante el procedimiento quirúrgico. Esta técnica, a diferencia de otros métodos como la colocación de stents o la *embolización con coils*, ha ganado reconocimiento por su

capacidad para proporcionar un control óptimo y selectivo sobre el aneurisma, minimizando el riesgo de sangrado durante la manipulación del mismo. Al colocar el clip en el vaso madre del aneurisma se puede generar control proximal y/o distal dependiendo de la ubicación del bloqueo. El control proximal se obtiene ocluyendo el flujo aferente hacia el aneurisma y se determina según la ubicación del defecto (Tabla 1). El control distal se obtiene al bloquear un flujo retrógrado por alguna rama eferente del vaso y será útil en casos de sangrado retrógrado persistente posterior al control proximal, turgencia aneurismática persistente que impide el colapso o disección del saco, casos en los que se requiere atrapamiento para descompresión por succión y cuando se planea abrir el aneurisma por trombectomía o para retirar material de tratamiento endovascular (4).

El fundamento del CT radica en su capacidad para otorgar a los cirujanos un entorno más estable y seguro para trabajar. Al interrumpir temporalmente el flujo sanguíneo hacia el aneurisma se reduce significativamente el riesgo de hemorragia durante la colocación del clip definitivo. Este lapso de tiempo limitado permite una manipulación precisa y delicada, facilitando la colocación del clip permanente con mayor precisión y eficacia. (5) De esta manera, el clipaje temporal ha sido un gran avance en la cirugía de aneurisma, disminuyendo la incidencia de rupturas intraoperatorias y optimizando la visualización y disección del cuello del aneurisma; demostrando su eficacia tanto en aneurismas rotos como en aquellos identificados de manera preventiva, ofreciendo una herramienta versátil para abordar esta condición de manera más segura y efectiva al reducir la turgencia del aneurisma antes del clipaje definitivo, permitiendo estudiar la morfología del aneurisma y permitiendo diversas técnicas quirúrgicas.

El impacto del clipaje temporal no solo se traduce en la mejora de resultados quirúrgicos, sino también en una reducción de complicaciones postoperatorias y en una recuperación más rápida para los pacientes. Esta técnica ha ido evolucionando con avances tecnológicos, permitiendo una mayor precisión y personalización en el tratamiento de cada caso. (2)

Indicaciones, ventajas y desventajas

De manera específica el clipaje temporal se indica de manera electiva en casos en los que se vaya a realizar una técnica de descompresión del saco aneurismático por succión, cuando se desea realizar remodelado del saco, cuando sea necesario remover placa aterosclerótica del cuello del aneurisma y de manera precedente al clipaje permanente para disminuir la posibilidad de



ruptura intraoperatoria. Por otra parte, sus indicaciones de urgencia son en casos en los que se da una ruptura intraoperatoria con el propósito de controlar el sangrado y lograr la disección y reparación del daño (6).

Si bien se han mencionado varias de las ventajas del clipaje temporal, el procedimiento también conlleva riesgos, entre los que se incluyen ser una limitante sobre el espacio alrededor del aneurisma, la necesidad de un flujo colateral suficiente, el posible daño sobre la túnica media endotelial del vaso por clipajes repetidos, además de agregar al equipo médico presión y tensión por los límites de tiempo durante la disección final al ser un procedimiento cuyo éxito depende en buena medida de la habilidad y velocidad del neurocirujano. De manera similar el clipaje temporal no está exento de complicaciones; aunque está diseñado para limitar el daño al vaso madre, su colocación prolongada puede provocar isquemia y aumentar la morbilidad, especialmente en pacientes con pobres grados de HSA (*grados Hunt y Hess IV y V*).

Se han evaluado posibles eventos isquémicos secundarios a clipaje temporal por medio de métodos clínicos, electrofisiológicos y radiológicos. La aparición de déficit por isquemia tardía se refiere a la aparición de un déficit neurológico en pacientes en los que se han descartado otras causas. Dicha isquemia tardía normalmente se desarrolla y aparece en un periodo de cuatro a 14 días posterior al procedimiento; normalmente confirmada por medio de tomografía computarizada o resonancia magnética.

Duración segura del clipaje temporal

El tiempo máximo permitido para la duración del clipaje temporal es quizá el punto más controvertido a tomar en cuenta. Desde el inicio de sus estudios se ha intentado establecer un valor ideal de duración. *MCDermott* reportó en 1989 el primer intento de medir una duración segura en clipaje temporal de arteria cerebral media, con un resultado de 93 minutos. (7) Por otro lado, el umbral de seguridad reportado en el estudio *DAWN* mostró que se pueden obtener buenos resultados en *trombectomías por AVC* isquémicos hasta en un periodo de tiempo de 6-24 horas. Lo anterior debiera traducirse a que, de manera ideal, unos minutos de clipaje temporal deben ser seguros y no ocasionar déficits isquémicos.

En 1996 *Ogilvy* reporta una duración media segura de máximo 20 minutos para oclusiones temporales en pacientes a quienes se les administró manitol (8). Un año después *Lavine* realizó un estudio en el que reportó una duración segura de clipaje transitorio de diez minutos bajo protección de tiopental, propofol y etomidato, encontrando que todos los pacientes cuya duración de clipaje excedió los

diez minutos sin protección desarrollaron infarto, en tanto que en el grupo menor a diez minutos la proporción fue de solo cinco infartos en 23 pacientes (9).

Para el 2014 *Griessenauer* (10), estudia la duración segura del clipaje temporal en arteria cerebral media en clipajes electivos y reporta valores de duración segura de 16.1 minutos en grupo de aneurismas no rotos y de 19.4 minutos para aneurismas rotos antes de observar signos isquémicos. De manera más reciente, *Tanabe* realizó un estudio en 2017 con un monitoreo más preciso de potenciales evocados motores y obtuvo un umbral seguro de 2.4 minutos antes de la primera aparición de signos isquémicos (11) y en 2020 *Kameda* detecta una duración permisiva para el clipaje temporal con monitoreo de potenciales evocados de 312 segundos; el cual, a pesar de que no exista un valor estándar universal, es actualmente utilizado como el tiempo límite por una gran cantidad de equipos médicos (cinco minutos) (12).

Manejo anestésico y estrategias de protección

El manejo anestésico debe facilitar el tiempo de tratamiento, prevenir el resangrado, mantener la presión de perfusión cerebral, prevenir y manejar el edema, facilitar la exposición del campo quirúrgico, anticiparse a la posible ruptura, optimizar la fisiología sistémica y llevar un correcto control glicémico. Las estrategias que se han propuesto para lograr dichas metas y obtener mayor seguridad en el clipaje temporal incluyen la reducción del tiempo de clipaje, uso de hipertensión controlada, contar con el monitoreo intraoperatorio más completo disponible en nuestro entorno, realizar el clipaje de manera intermitente y, anteriormente, la disminución de la demanda metabólica por medio de un patrón brote-supresión. (1,2,4).

Monitoreo intraoperatorio.

Relacionado al monitoreo intraoperatorio es necesario mantenerse alerta a signos de posible isquemia. Realizando un monitoreo completo en tiempo real podremos detectar oportunamente cualquier cambio, de manera que los posibles daños puedan ser reversibles. *Parthasarathy* realizó una revisión sistemática de la literatura directamente relacionada con la importancia de monitorear potenciales evocados y su valor diagnóstico en isquemia reportando que de manera general podemos considerar la reducción de 50 % de amplitud de onda o 10% de latencia en potenciales evocados somatosensoriales como indicativa de un flujo sanguíneo cerebral de 14 mL/100 gr/min; muy por debajo del valor normal de 45-50 mL/100 gr/min. Por otro lado, reporta de manera similar la disminución del 50 % de amplitud de onda en potenciales evocados motores como inicio de signos de isquemia (13).



Clipaje temporal intermitente.

Como se mencionó anteriormente, no hay un estándar fijo para la duración del clipaje temporal, sin embargo, sí se tiene establecido que duraciones mayores a 20 minutos resultan en desenlaces desfavorables, sin importar la protección que se brinde. Hoy en día existe el consenso generalizado de que las oclusiones con duración menor a 10 minutos parecen ser seguras. El umbral máximo de 5 minutos parece ser actualmente el más preferido, lo cual se apega a la literatura más actual (11, 12). De manera adicional hoy en día se han adoptado distintos esquemas de clipaje intermitente en los que se ocluye el vaso por un periodo de tiempo para después darle un intervalo de descanso (reperusión), hasta que se restablezcan los valores de monitoreo normal para poder continuar con otro periodo de oclusión y trabajo. Estos intervalos tampoco se encuentran aún estandarizados y dependen mucho de las preferencias del cirujano y la planeación anticipada acordada por el equipo quirúrgico, pudiendo encontrar gran variedad de combinaciones de trabajo-descanso que normalmente van de dos a diez minutos. De manera ideal, estos intervalos se determinan de manera personalizada por medio del monitoreo intraoperatorio, dando descanso de manera específica al paciente cuando se encuentre el primer signo de isquemia o, en su defecto, un esquema de cinco minutos de trabajo por 10-15 minutos de descanso parece ser adecuado y seguro (13).

Hipertensión controlada.

Otra estrategia de protección que se puede utilizar en el manejo del clipaje transitorio es inducir hipertensión controlada en el paciente. Esto ayudará al aumentar la perfusión en las ramas colaterales del área en riesgo isquémico. Se ha demostrado que la elevación de la tensión arterial sobre un 10-20 % del nivel base previo a la inducción ayuda a mejorar el flujo colateral y la perfusión. Tomando en cuenta que el valor debe regresar a valores normales una vez que el aneurisma haya sido asegurado (2).

Estrategias de protección en controversia

De manera teórica, la disminución de la demanda metabólica durante el clipaje transitorio debería ser una estrategia de protección, pues disminuiría las necesidades de flujo y aumentaría la supervivencia neuronal. (7,8) Sin embargo esto asumía un acoplamiento perfecto del flujo sanguíneo y el metabolismo cerebral, el cual no existe, siendo heterogéneo en todo el cerebro. Al día de hoy una cantidad considerable de cirujanos siguen utilizando y solicitando patrones de brote-supresión, con disminución de tasa metabólica por propofol, tiopental y etomidato como prevención de isquemia, sin embargo lo anterior no se ha demostrado como válido en los estudios y

revisiones de literatura correspondiente, (14) siendo hoy en día una estrategia cuyos supuestos beneficios teóricos no se han demostrado de manera fehaciente y dejando al paciente vulnerable a riesgos de hipotensión y depresión miocárdica. Debido a lo anterior, cualquier posible beneficio que se pueda obtener por la disminución de tasa metabólica (especialmente en hemorragias de alto grado y clipajes prolongados) amerita estudios adicionales y mayor evidencia antes de poder ser recomendada.

De manera similar, el estudio IHAST (15) no encontró soporte para la idea de que la hipotermia intraoperatoria durante la cirugía de aneurismas intracraneales ofrece alguna protección contra insultos isquémicos o isquemia tardía.

Basándose en las recomendaciones de las guías y literatura más recientes, la protección necesaria para un clipaje temporal se debe basar en mantener valores lo más cercano posible a un estado fisiológico normal; manteniendo normovolemia, normotensión, normocapnia, normoxemia, normoglicemia y normotermia. (1,2,6,16).

Conclusiones y recomendaciones

En resumen, podemos listar nuestras recomendaciones de la siguiente manera:

Tabla 1: Recomendaciones de la siguiente manera

- Los valores mayores a 160 mm Hg en presión arterial sistólica presentan riesgo de resangrado
- Es necesario que todo el equipo, en conjunto, defina un plan claro a seguir en el procedimiento de manera oportuna.
- Actualmente, el tiempo máximo de clipaje temporal recomendado es 312 segundos.
- La hipertensión controlada ayuda a reclutar flujo colateral.
- Los clipajes de más de 20 minutos tienen desenlaces desfavorables.
- No hay bases sólidas para poder recomendar el uso de hipotermia, ni brote supresión como estrategias de protección en el clipaje temporal.
- Utilizar de la manera más completa el monitoreo intraoperatorio que tengamos disponible.
- Considerar estrategias de clipaje intermitente.
- Manejar valores fisiológicos normales.

El manejo del clipaje temporal en la cirugía de aneurismas cerebrales constituye una estrategia fundamental para



controlar de manera precisa y segura estos defectos vasculares. Proporciona a los cirujanos un entorno más controlado, reduciendo riesgos intraoperatorios y mejorando los resultados postoperatorios. A lo largo del tiempo, se han definido indicaciones claras, identificado ventajas y desventajas, así como establecido estrategias y límites de tiempo para maximizar su eficacia y seguridad. Es importante resaltar que la evolución de las técnicas anestésicas y el perfeccionamiento de las estrategias de protección han sido fundamentales para optimizar los resultados y reducir la morbilidad asociada. La aplicación precisa de estas recomendaciones generales, el trabajo en equipo y el seguimiento de estándares que mantengan la fisiología cerebral en rangos normales son clave para el éxito y la seguridad en la implementación del clipaje temporal.

TABLA 1

UBICACIÓN DE ANEURISMA	PUNTO DE CLIPAJE TEMPORAL CONTROL PROXIMAL
Arteria Comunicante Posterior*	A. carotida interna Seg. Oftálmico
Arteria Cerebral Media	Segmento M1
Arteria Comunicante Anterior	Segmento A1 Bilaterales
Arteria Pericallosa	Segmento A2
Arteria Oftálmica	A. Carótida Interna Cervical
Bifurcación Basilar*	Tronco Basilar
Arteria Cerebelosa Posteroinferior	A. Vertebral Intradural

Bibliografía

1. Tsao C, Aday A, Almarzooq Z, Anderson CH, Pankaj A, Avery Ch, Baker-Smith C, Beaton A, Boehme A, Buxton A. at. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics. A report from the American Heart Association Circulation. 2023; 146-603. doi: 10.1161/CIR.0000000000001123.
2. Sharma D. Perioperative management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Anesthesiology*. 2020; 133:1283-305. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003558>
3. Pool J. Aneurysms of the anterior communicating artery. Bifrontal craniotomy and routine use of temporary clips. *J Neurosurg*. 1961; 18:90-112.
4. Sanjeev K. Debabrata S, Girish Menon. Optimal use

- of temporary clip application during aneurysm surgery. *Asian Journal of Neurosurgery*. 2021; 16:237-42. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_465_20
5. Lawton M. Seven aneurysms: Tenets and techniques for clipping; Thieme; 2010.
6. Malinova V, Schatlo B, Voit M, Suntheim P, Rohde V, Mielke D. The impact of temporary clipping during aneurysm surgery on the incidence of delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg*. 2018; 129: 84-90. doi: 10.3171/2017.3.JNS162505.
7. McDermott M. Temporary vessel occlusion and barbiturate protection in cerebral aneurysm surgery. *Neurosurgery*. 1989; 25: 54-61.
8. Ogilvy C. Temporary vessel occlusion for aneurysm surgery: risk factors for stroke in patients protected by induced hypothermia and hypertension and intravenous mannitol administration. *J Neurosurg*. 1996; 5: 785-91.
9. Lavine S. Temporary occlusion of the middle cerebral artery in intracranial aneurysm surgery: time limitation and advantage of brain protection. *J Neurosurg*. 1997; 6: 817- 824.
10. Griessenauer CH J, Poston TL, Shoja MM, Mortazavi MM, Falola M, TubbsRS, Fisher WS. The impact of temporary artery occlusion during intracranial aneurysm surgery on long-term clinical outcome. *World Neurosurgery*. 2014; 82: 402-408. doi: 10.1016/j.wneu.2013.02.068
11. Tanabe J. Safe time duration for temporary middle cerebral artery occlusion in aneurysm surgery based on motor-evoked potential monitoring. *Surg Neurol Int*. 2017; 8: 79.
12. Kameda M. Precise MEP monitoring with a reduced interval is safe and useful for detecting permissive duration for temporary clipping. *Sci Rep*. 2020; 10: 3507.
13. Parthasarathy D, Udesch R, Muralidharan A, Thiagarajan K, Crammond DJ, Chang YF, Balzer JR. Diagnostic value of somatosensory-evoked potential monitoring during cerebral aneurysm clipping: A systematic review. *World Neurosurg*. 2017; 89: 672- 80. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.12.008>
14. Hindman B. No association between intraoperative hypothermia or supplemental protective drug and neurologic outcomes in patients undergoing temporary clipping during cerebral aneurysm surgery: findings from the Intraoperative hypothermia for aneurysm surgery trial. *Anesthesiology*. 2010; 112: 86-101.
15. Todd M. Mild Intraoperative hypothermia during surgery for intracranial aneurysm. *N Engl J Med*. 2005; 352: 135-145.
16. Hoh B, Nerissa UK, Amin-Hanjani S, Hsiang-Yi Chou S. 2023 Guideline for the management of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: A guideline from the American Heart Association/American stroke Association. *Stroke*. 2023; 54: 314-370. doi: [org/10.1161/STR.0000000000000043](https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000043)



Efectividad del Bloqueo Periférico Guiado por Ultrasonido en la Neuralgia del Trigémino

Effectiveness of Ultrasound-Guided Peripheral Block in Trigeminal Neuralgia

Alsacia Murrieta¹, Dulce Ramírez², Anna Gisse López⁴, Victor M. Silva-Ortiz², ¹Clinica del dolor, Aguascalientes, Aguascalientes. ²Hospital Angeles Valle Oriente, San Pedro Garza García, Nuevo León. ³Clinica del Dolor Hospital MAC, Los Mochis, Sinaloa. ⁴Centro de Manejo del Dolor, Hospital Zambrano Hellion, TecSalud, San Pedro Garza García, Nuevo León, México.

Anestesia en México 2025; 37(1):

Fecha de recepción octubre 2024, fecha de revisión octubre 2024, Fecha de publicación enero 2025.
drvictorsilva@gmail.com

Resumen

La neuralgia del trigémino (NT) se caracteriza por un dolor facial intenso y paroxístico que se desencadena por actividades rutinarias como masticar o hablar. Los tratamientos conservadores como la carbamazepina y la oxcarbazepina suelen arrojar resultados pobres, con un 25-50 % de los pacientes experimentando un alivio insuficiente. Dado el impacto negativo en la calidad de vida, los bloqueos nerviosos periféricos guiados por ultrasonido han surgido como una alternativa prometedora. En este estudio, nueve pacientes con NT fueron sometidos a bloqueos nerviosos periféricos guiados por ultrasonido, dirigidos a los nervios infraorbitario (V2) y mentoniano (V3). Estos bloqueos se realizaron utilizando lidocaína y dexametasona. Se observó un alivio inmediato del dolor (80 %) en la mayoría de los pacientes, con una mejora significativa que perduró hasta seis meses en algunos casos. Este procedimiento se considera seguro, rentable y evita la necesidad de enfoques más invasivos. Ofrece una alternativa a los tratamientos tradicionales y proporciona alivio a los pacientes que no responden

a los medicamentos. Los resultados sugieren que el atrapamiento nervioso en las ramas del trigémino podría ser un factor contribuyente en la NT, lo que requiere una mayor investigación.

Palabras clave. Neuralgia del trigémino, nervio infraorbitario y mentoniano.

Abstract

Trigeminal neuralgia (TN) is characterized by intense, paroxysmal facial pain triggered by routine activities such as chewing or talking. Conservative treatments like carbamazepine and oxcarbazepine often yield poor results, with 25-50 % of patients experiencing insufficient relief. Given the negative impact on quality of life, ultrasound-guided peripheral nerve blocks have emerged as a promising alternative. In this study, nine patients with TN underwent ultrasound-guided peripheral nerve blocks targeting the infraorbital (V2) and mental (V3) nerves. These blocks were performed using lidocaine and dexamethasone. Immediate pain relief (80 %) was observed in most patients, with significant improvement

lasting up to six months in some cases. This procedure is considered safe, cost-effective, and avoids the need for more invasive approaches. It offers an alternative to traditional treatments and provides relief to patients who do not respond to medication. The results suggest that nerve entrapment in the branches of the trigeminal nerve may be a contributing factor in TN, warranting further investigation.

Keywords: Trigeminal neuralgia, infraorbital nerve, mental nerve.

Introducción:

La neuralgia del trigémino (NT) es una de las enfermedades más dolorosas conocidas por el hombre. Se caracteriza por un dolor paroxístico intenso, agudo, similar a una descarga eléctrica con episodios recurrentes localizados en el territorio de una o más ramas del nervio trigémino. Los episodios se pueden desencadenar con estimulación táctil de la zona y con actividades como masticar, cepillarse los dientes, reír, e incluso hablar, teniendo una duración desde segundos hasta dos minutos. Dentro de las opciones para el manejo algológico de la NT se encuentran la carbamazepina, oxcarbazepina, lamotrigina, gabapentina, etc.; sin embargo, la tasa de mala respuesta al manejo conservador varía entre un 25-50 % en distintas series, a causa de sus efectos secundarios más frecuentes como somnolencia, mareo y náusea (1). Debido al deterioro en la calidad de vida asociado a la NT, toma relevancia el implemento en la consulta de un abordaje capaz de aliviar el sufrimiento del paciente de forma rápida y efectiva, como el bloqueo guiado por ultrasonido de las ramas periféricas del nervio trigémino.

Material y Métodos:

Se estudiaron nueve pacientes con diagnóstico previo de NT y antecedente de resonancia magnética sin evidencia de compresión vascular, seis mujeres y tres hombres, edad promedio de 55 años y con afectación de las ramas trigeminales V2 y V3, en 4 casos había afección de ambas ramas. Todos los pacientes contaban con mala respuesta al tratamiento conservador e incluso cuatro de ellos con antecedente de radiofrecuencia térmica del ganglio de Gasser, con pobre alivio del dolor.

El motivo de consulta fue agudización del dolor, referidos como "ráfagas", "descargas eléctricas", unilateral, severo, de escasos segundos de duración, paroxístico, desencadenado por hablar, comer o el roce gentil de la piel. Para la valoración del dolor se utilizó la escala EVA: 10/10 y EVERA: severo. Con previa autorización

del consentimiento informado por parte del paciente, se realiza asepsia y antisepsia de hemicara afectada, colocamos campos estériles y con transductor lineal de 6-13 Hz, se realizó escaneo de V2-V3 según región afectada, referida por el paciente. Para el abordaje del nervio infraorbitario (rama V2), se colocó el transductor de manera horizontal sobre el hueso maxilar paralelo al margen infraorbitario, identificando el foramen como una apertura en el hueso maxilar (Figura 1). Por otro lado, para el abordaje ecográfico del nervio mentoniano (rama V3), posicionamos el transductor sobre un punto localizado a tres centímetros lateral de la línea media y un centímetro por encima y paralelo al borde inferior de la mandíbula donde identificamos el foramen mentoniano (Figura 2). Realizamos en ambos casos un abordaje en plano, con aguja ecogénica 22GX05 cm recta (Axon Productos Médicos), para corroborar el adecuado trayecto y avance de la aguja. Una vez identificando la punta de la aguja en sitio a tratar, administramos lidocaína al 1 % y dexametasona 2 mg, un mL de volumen total en cada foramen, corroborando a través de la visualización en tiempo real la distribución del medicamento. Retiramos la aguja en sentido inverso, vigilando no lesionar tejidos adyacentes.

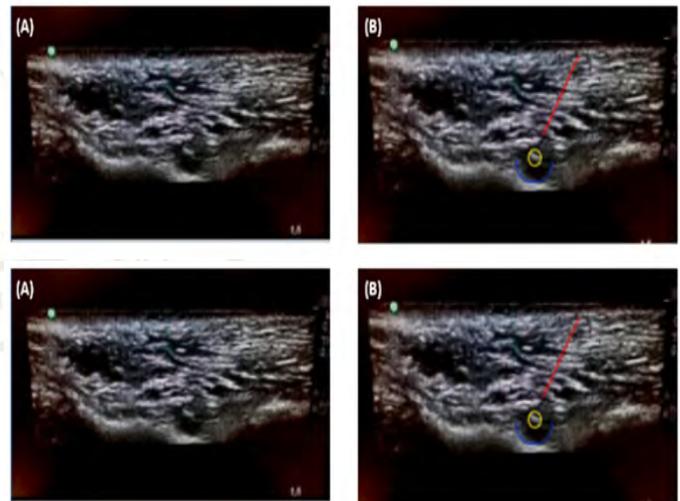


Figura 1: Bloqueo guiado por ecografía del foramen y nervio infraorbitario. Columna (A); aguja fuera de plano (línea roja), nervio infraorbitario (círculo amarillo) sobre el foramen (línea azul) (B); hidrodissección con anestésico local y esteroide (área púrpura) (C y D). (tomadas y publicadas con permiso del paciente).

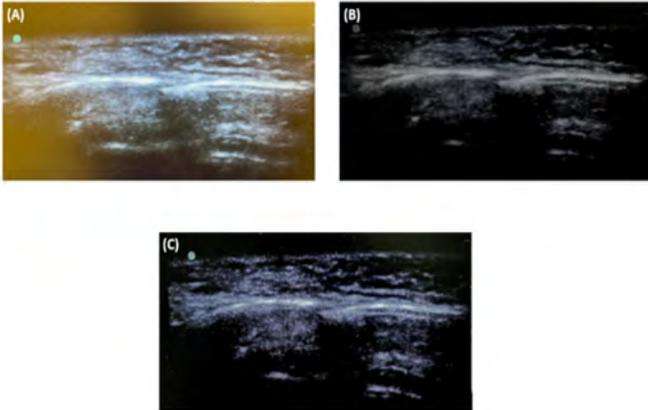


Figura 2: Bloqueo guiado por ecografía del foramen y nervio mentoniano. (A); aguja fuera de plano (línea roja), nervio mentoniano sobre el foramen (línea azul) (B); hidrodisección con anestésico local y esteroide. (tomadas y publicadas con permiso del paciente).

El seguimiento de los pacientes se realizó valorando respuesta inmediata tras el bloqueo de la rama periférica afectada, a una semana, tres meses y seis meses en dos de los casos.

Resultados:

Se obtuvo alivio del dolor del 80 %, los primeros tres minutos posteriores a la administración del medicamento. EVA basal: 3/10, EVERA: leve, en comparación a escala previa procedimiento, refiriendo únicamente dolor en sitio de punción.

A la semana de seguimiento EVA basal: 0/10 y EVA incidental: 4/10 a la apertura exagerada de cavidad oral, masticación o cambios de temperatura, lo cual permitió reiniciar sus actividades de la vida diaria. Dos de los pacientes refirieron reagudización del dolor EVA: 7/10, realizándose un segundo bloqueo

El seguimiento a tres meses, cuatro pacientes refirieron 90 % de mejoría, tras un solo procedimiento, de ellos dos casos hasta por seis meses. Los cinco restantes recibieron un segundo y tercer bloqueo con alivio del dolor por al menos uno a ocho meses posterior a segunda y/o tercera intervención.

Discusión:

Se ha descrito que el contacto neurovascular del nervio trigémino por la arteria cerebelosa superior como etiología de NT, sin embargo, Maarbjerg et al., reportaron que en 135 pacientes a los que se les realizó resonancia magnética de 3 teslas encontraron que el contacto neurovascular tiene una sensibilidad de un 89

% mientras una especificidad solamente de un 22 % (2), lo que nos hace replantearnos la hipótesis del contacto neurovascular como una causa de la enfermedad.

En este estudio, los bloqueos periféricos ecoguiados de las ramas terminales del nervio trigémino, además de ser eficaces en cuanto a reducción de dolor, tuvieron un efecto reductor de la dosis en fármacos como carbamazepina, oxcarbazepina, amitriptilina, tramadol observado desde el primer procedimiento hasta tres meses o más en algunos casos. Se encontró además que estos abordajes descritos son seguros cuando se evalúa en términos de complicaciones y presencia de posibles efectos adversos. Resultados similares a los que reportan *Perloff et al.* (3), en su serie de casos donde aplicaron bloqueos periféricos y a la par demostraban eficiencia clínica, los resultados se llegaron a extender hasta los seis meses.

La respuesta clínica satisfactoria referida en nuestro grupo de pacientes se podría relacionar con lo que plantea los trabajos de *Nader et al.* (4) y *Nanayakkara et al.* (5), donde la mediana del número de bloqueos requeridos para obtener un alivio sostenido del dolor fue de tres, mientras que en nuestro grupo de pacientes fue de al menos dos bloqueos.

En base a la literatura y a partir de los resultados reportados, a través de la hidrodisección generada tras la administración del anestésico local y el esteroide, surge la hipótesis de un posible atrapamiento de las ramas periféricas del nervio trigémino como etiología de la neuralgia, esto teniendo en consideración la relevancia clínica de la sensibilidad facial y su posible suministro neural, tal y como lo reportan *Von Arxnet al.* (6), en imágenes de estudios cadavéricos donde se logra identificar la presencia de pequeños plexos que pudieran ser afectados a nivel de V1, V2 y V3 de algún atrapamiento, debido a el estrecho espacio que existe en la estructura ósea por la que tiene que pasar el nervio, la arteria y la vena. Este enfoque etiológico de un posible atrapamiento nervioso en el agujero infraorbitario y mentoniano necesita ser estudiada con más casos.

Por su parte la baja incidencia de afección del nervio supraorbitario (rama V1) en la NT, podría explicarse en base al trabajo de *Hong et al.* donde reporta que en la mayoría de los casos se presenta una muesca en lugar de un foramen supraorbitario, lo cual permite más libertad a las estructuras y que sea menos propenso a atraparse el nervio.

Conclusión:

Acorde con la bibliografía, el abordaje de las ramas del trigémino a nivel periférico V2 – V3, demostró alivio del



dolor en todos los casos tras la primera intervención; y en algunos se prolongó en el tiempo. La teoría de un probable entrapamiento explicaría la efectividad de la hidrodissección generada por la administración del anestésico local y esteroide.

Es un procedimiento seguro, que implica menores costos, y evita someter al paciente al abordaje a través del foramen oval.

Referencias:

1. Gronseth G, Cruccu G, Alksne J, Argoff C, Brainin M, Burchiel K, et al. Practice parameter: the diagnostic evaluation and treatment of trigeminal neuralgia (an evidence-based review): Report of the quality standards subcommittee of the American Academy of Neurology and the European Federation of Neurological Societies. *Neurology*. 2008;71(15):1183–90. doi: 10.1212/01.wnl.0000326598.83183.04.
2. Maarbjerg S, Gozalov A, Olesen J, Bendtsen L. Trigeminal neuralgia—a prospective systematic study of clinical characteristics in 158 patients. *Headache*. 2014;54(10):1574-82. doi: 10.1111/head.12441. Epub 2014; 18. PMID: 25231219.
3. Perloff MD, Chung JS. Urgent care peripheral nerve blocks for refractory trigeminal neuralgia. *Am J Emerg Med*. 2018;36(11):2058-2060. doi: 10.1016/j.ajem.2018.08.019. Epub 2018. PMID: 30119988.
4. Nader A, Kendall MC, De Oliveria GS, Chen JQ, Vanderby B, Rosenow JM, Bendok BR. Ultrasound-guided trigeminal nerve block via the pterygopalatine fossa: an effective treatment for trigeminal neuralgia and atypical facial pain. *Pain Physician*. 2013;16(5):E537-45. PMID: 24077204.
5. Nanayakkara D, Manawaratne R, Sampath H, Vadysinghe A, Peiris R. Supraorbital nerve exits: positional variations and localization relative to surgical landmarks. *Anat Cell Biol*. 2018;51(1):19-24. doi: 10.5115/acb.2018.51.1.19. Epub 2018. PMID: 29644106; PMCID: PMC5890013.
6. von Arx T, Abdelkarim AZ, Lozanoff S. The Face – A Neurosensory Perspective. *Swiss Dent J*. 2017;127(12):1066-1075. doi: 10.61872/sdj-2017-12-346. PMID: 30920784.
7. Hong JH, Kim JS, Shin HK. Studies of Supraorbital Notch and Foramen Using 3-Dimensional Facial Bone CT Scans. *Pain Physician*. 2021;24(8):E1273-E1278. PMID: 34793654.



Eficacia de la Radiofrecuencia Pulsada de Ganglio de la Raíz Dorsal Lumbar por Vía Epidural, Acceso Caudal para Tratar el Dolor Lumbar Crónico. Serie de Casos.

Efficacy of Pulsed Radiofrequency of Lumbar Dorsal Root Ganglion Through Epidural Caudal Access to Treat Chronic Low Back Pain. Case Series.

Víctor M Silva-Ortiz MD, FIPP, CIPS^a; Manuel Herrero Trujillano MD, FIPP, CIPS^b; Mariel Andrea Del Rio-Parra MD^c; José Gerardo Velázquez-Ramos MD^c

^a Algólogo Intervencionista, Centro de Manejo del Dolor, Hospital Zambrano Hellion, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, San Pedro Garza García, México.

^b Algólogo Intervencionista, Coordinador de la Unidad de Dolor HM Sanchinarro, Madrid, España.

^c Residente de Medicina Paliativa y del dolor, Hospital General de Occidente, Universidad de Guadalajara, Escuela de Medicina, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Guadalajara, Jalisco, México.

Anestesia en México 2025;37(1):

Fecha de recepción septiembre 2024, fecha de revisión octubre 2024; fecha de publicación enero 2025.

drvictorsilva@gmail.com

Resumen

Introducción: El dolor lumbar es un problema de salud importante a nivel mundial con una prevalencia puntual del 9,4%. La radiofrecuencia (RF) es un procedimiento médico que se utiliza para reducir el dolor en lumbociatalgias con bajas tasas de complicaciones (<1%), facilidad de aplicación y bajos costos médicos. La radiofrecuencia pulsada del ganglio de la raíz dorsal (DRG-PRF) vía transforaminal es el "gold estándar" actual con resultados variables. Se propone la radiofrecuencia pulsada (PRF) de raíces dorsales vía epidural de acceso caudal como

una alternativa eficaz. **Objetivo:** Evaluar la eficacia del uso de la radiofrecuencia en raíces lumbares a través de catéter epidural REC (*Radiofrequency Epidural Catheter*) en pacientes refractarios a tratamiento intervencionista convencional. **Metodología:** Estudio de serie de casos entre febrero de 2022 y julio de 2022. El resultado clínico se evaluó mediante ENVA para el dolor radicular. Antes de la intervención, post-intervención inmediata, 1, 4 y 12 semanas después de la intervención. **Resultado:** 29 pacientes con lumbociatalgia predominantemente axial con/sin componente secundario de dolor en las



extremidades inferiores. Se observa una disminución significativa en las puntuaciones de dolor en comparación con sus puntuaciones iniciales. La diferencia máxima en la puntuación ENVA se observó a las 12 semanas. El alivio del dolor promedio post-intervención fue del 70,12 %. No se presentaron complicaciones asociadas. **Conclusión:** Este estudio mostró que la RFP preganglionar a través de catéter REC de acceso caudal tuvo una mayor eficacia en la reducción de las puntuaciones de dolor, a comparación con intentos previos vía transforaminal.

Palabras clave: radiofrecuencia pulsada, ganglio de la raíz dorsal, REC, acceso caudal, DRG-RF, preganglionar.

Abstract

Introduction: Low back pain is a major health problem worldwide with a point prevalence of 9.4%. Radiofrequency (RF) is a medical procedure used to reduce axial or radicular pain with low complication rates (<1 %), ease of application, and low medical costs. Transforaminal pulsed radiofrequency of the dorsal root ganglion (DRG-PRF) is the current "gold standard" with variable results. Pulsed radiofrequency (PRF) of dorsal roots via epidural caudal access is proposed as an effective alternative. **Objective:** To evaluate the efficacy of the use of radiofrequency in lumbar roots through epidural catheter REC (Radiofrequency Epidural Catheter) in patients refractory to conventional interventional treatment. **Methodology:** Case series study between February 2022 and July 2022. The clinical outcome was evaluated by ENVA for radicular pain, before the intervention, immediately post-intervention, 1, 4, and 12 weeks after the intervention. **Results:** 29 patients with predominantly axial pain with/without a secondary component of pain in the lower extremities. A significant decrease in pain scores is observed compared to their initial scores. The maximum difference in ENVA score was observed at 12 weeks. The average post-intervention pain relief was 70.12 %. There were no associated complications. **Conclusion:** This study showed that preganglionic RFP through a caudal access RCE catheter had greater efficacy in reducing pain scores, compared to previous attempts via the transforaminal route.

Keywords: Pulsed radiofrequency, dorsal root ganglion, REC, caudal access, DRG-RF, preganglionic

Introducción

El dolor intenso tiene un efecto nocivo sobre la función física y la calidad de vida. De igual manera, el dolor lumbar es un problema de salud importante a nivel

mundial con una prevalencia puntual del 9,4 % (1). El estudio *Global Burden of Disease* de 2010 lo clasificó como el contribuyente número uno a la discapacidad, de 291 condiciones estudiadas. La mayoría de las personas con períodos de dolor lumbar se recuperan en semanas; sin embargo, la recurrencia es común y un subgrupo desarrollará dolor lumbar crónico (1). Las opciones de tratamiento intervencionista, como las inyecciones epidurales de esteroides, las ablaciones de la rama medial o la intervención quirúrgica, pueden resolver el dolor de espalda crónico en estos pacientes, dependiendo de la etiología subyacente (2).

La radiofrecuencia (RF) es un procedimiento médico que se utiliza para reducir el dolor en lumbociatalgias con bajas tasas de complicaciones (<1 %), facilidad de aplicación y bajos costos médicos. La RF puede ser una lesión *ablativa o neuromoduladora* (3). A diferencia de la ablación por radiofrecuencia térmica tradicional (RFA), en la radiofrecuencia pulsada (PRF) la estructura de la fibra nerviosa no se daña, solo cambia el funcionamiento del nervio, lo que potencialmente brinda un alivio sustancial del dolor a los pacientes durante mucho tiempo (4).

Dado que el ganglio de la raíz dorsal alberga las neuronas sensoriales primarias que transmiten la nocicepción aferente, puede ser un mejor objetivo para tratar síndromes de dolor más nociceptivo o nociceptivo/neuropático mixtos, como el dolor lumbar persistente (2). La radiofrecuencia pulsada del ganglio de la raíz dorsal (DRG-PRF) vía transforaminal es el "gold estándar" actual con resultados variables (5).

La radiofrecuencia pulsada (PRF) por vía epidural caudal se propone como una alternativa para el manejo de estas patologías, con las características de un único abordaje vía caudal para múltiples raíces, además de un efecto preganglionar, que contrasta con el abordaje tradicional transforaminal.

Objetivo

El propósito de este estudio es evaluar la eficacia del uso de la radiofrecuencia en raíces lumbares a través de catéter epidural RCE en pacientes refractarios a tratamiento intervencionista convencional.

Metodología

Diseño de estudio: Se recogieron los resultados clínicos de una serie de pacientes a los que se les realizó PRF a través del catéter epidural REC para el dolor lumbociático crónico. El objetivo principal del tratamiento fue el alivio del dolor. A todos los pacientes se les ofreció, y aceptaron, probar PRF epidural de raíces dorsales para tratar su dolor.



Realizamos un estudio de *serie de casos entre febrero de 2022 y julio de 2022*. Los criterios de inclusión fueron: 1) Pacientes con hernia discal lumbar con dolor radicular crónico (>3 meses), fracaso al tratamiento conservador e intervencionista como medicamentos, fisioterapia, inyecciones epidurales de esteroides, bloqueos de los ramos mediales e inyecciones en la *articulación sacroilíaca* y de la cadera; 2) 40-95 años; 3) Escala Visual Numérica Analógica (ENVA) > 5. Todos los pacientes incluidos también tenían que demostrar hallazgos de patología por tomografía computarizada/resonancia magnética concordantes con el lado y el nivel de sus características clínicas.

Los criterios de exclusión son 1) pacientes con disfunción orgánica grave (insuficiencia renal, insuficiencia cardíaca, enfermedades respiratorias graves); 2) pacientes con comorbilidades que afectaron la evaluación de la puntuación del dolor (post ictus, dolor neuropático central, diabetes mellitus, cáncer, demencia); 3) contraindicaciones estándar para los procedimientos de intervención espinal, como la negativa del paciente, la incapacidad del paciente para comprender y aceptar la esencia del procedimiento y la intervención prevista, alteraciones de la coagulación por cualquier motivo, infección y la presencia de una enfermedad psiquiátrica.

Procedimiento de Radiofrecuencia Pulsada

Se utilizó terapia de radiofrecuencia pulsada (PRF) única en las raíces lumbares dorsales por vía epidural caudal utilizando las mismas herramientas y procedimientos por el mismo operador. Las herramientas utilizadas fueron catéter epidural *Cosman (40 cm/15", punta activa de 15 mm, 19 G)*, diseñado específicamente para realizar PRF con control de temperatura a nivel epidural. El acceso caudal se realizó con un introductor 15 G a través del hiato sacro colocado a un nivel no superior a S3 (Imagen 1). El catéter REC se movió a través del introductor en la dirección de las raíces lumbares a través del espacio epidural dorsal y ascendiendo hasta situarlo en la cara inferomedial de los pedículos, donde las raíces lumbares cruzan para alcanzar los forámenes intervertebrales (imagen 2). No se realizó ningún protocolo especial de administración de fluidos para hidrodisección o para facilitar la conducción de electrodos.

Se utilizaron impedancias de *200-400 ohmios*, estimulación sensitiva de *50 Hz, 0.3-0.5V* y estimulación motora de *2 Hz, 0,5-1 V*. Una vez confirmada la estimulación, se realiza un ciclo de 4 min a 65 V, 42°C.

Mediciones de resultados

El resultado clínico se evaluó mediante ENVA para el dolor radicular, antes de la intervención, post-intervención inmediata, 1, 4 y 12 semanas después de la intervención.

La puntuación Escala Visual Numérica Analógica (ENVA) dispuesta desde 0 hasta 10.

Eventos adversos

Los efectos adversos se evaluaron cuidadosamente durante cada visita para detectar brotes de dolor y déficits neurológicos recién desarrollados después de los procedimientos.

Resultados

Se incluyeron un total de 29 pacientes con dolor lumbar predominantemente axial con/sin componente secundario de dolor en las extremidades inferiores. De los cuales 14 (48.2 %) fueron mujeres y 15 (52 %) hombres; con una media de edad de 60 años (Tabla1).

La mayoría de los pacientes presentaron lumbalgia con dolor de pierna o pie (37.9 %) y el nivel más doloroso fue L5-S1 (75.8 %) donde el cien por ciento de los pacientes tuvieron una inyección epidural o PRF vía transforaminal previa. El 55.1 % de los pacientes usaron opioides al inicio (tabla1).

Tabla 1: Datos demográficos del paciente y características iniciales.

Edad en años, media (rango)	60 (rango 41-95)
Género, n (%)	14 (48.2 %) Mujer / 15 (52 %) Hombre
Localización del dolor, N de pacientes (%)	8 (27.5 %): dolor lumbar solo 10 (34.4 %): lumbalgia + sacroilíaca o dolor de cadera 11 (37.9 %): lumbalgia + dolor de pierna o pie
	Nivel doloroso (N/%)
L2-L3	1 (3.4 %)
L3-L4	2 (6.8 %)
L4-L5	4 (13.7 %)
L5-S1	22 (75.8 %)
	Tratamientos previos para el dolor lumbar,
N de pacientes (%), (más de una selección posible)	5 (17.2%) Laminectomía o Artrodesis 29 (100 %) Inyección epidural o RFP
Uso de opioides al inicio, N de pacientes (%)	16 (55.1 %)

Se observa una disminución significativa, en las puntuaciones de dolor en comparación con sus puntuaciones iniciales. La diferencia máxima en la puntuación ENVA, se observó a las 12 semanas. El alivio del dolor promedio post-intervención, fue del 70,12 %

(Tabla 2). No se presentaron complicaciones asociadas.

Tabla 2: Eficacia en las puntuaciones de dolor		
	ENVA media	ENVA Mediana (mín.-máx.)
Pre-intervención	8.10	8 (7-10)
Post-intervención	5.68	6 (2-10)
Post-intervención 1 ^o semana	4.68	5 (2-10)
Post-intervención 4 ^o semana	4.36	5 (2-10)
Post-intervención 12 ^o semana	2.56	3 (2-7)

Discusión

Algunos estudios han reportado la eficacia de la PRF epidural para el tratamiento del dolor radicular. En 2015, la *Cologne University Clinic* (6) utilizó PRF vía transforaminal en 188 pacientes con lumbociatalgia crónica, de los cuales 120 (63,8 %) tuvieron un adecuado alivio del dolor, la tasa general de complicaciones fue inferior al 1 %.

Shanthanna et al (7), realizaron un estudio triple ciego, controlado con placebo, donde los pacientes fueron aleatorizados a un grupo de placebo (colocación de aguja) o a un grupo de tratamiento (PRF a 42°C durante 120). Los pacientes fueron seguidos durante tres meses después del procedimiento y demostraron que las tasas de éxito de la serie de casos sugieren que la DRG-PRF podría ser eficaz solo en el 30 %-50 % de los pacientes con dolor radicular lumbar crónico. En nuestro estudio, el alivio del dolor promedio post-intervención fue del 70,12 %; con una diferencia máxima en la puntuación ENVA a los tres meses.



Imagen 1: Acceso caudal se realizó con un introductor 15G. (imagen del autor con permiso del paciente)

Vigneri (8) administró PRF mediante un electrodo multifuncional durante 240 segundos, con una reducción significativa del dolor (≥ 2 puntos y/o una disminución de la puntuación ENVA >30 %) en el 52,9 % y el 50 % de los pacientes con dolor radicular lumbar. En nuestro estudio, se aplicó PRF un ciclo de cuatro min a 65 V, 42°C, y se encontró que el 100 % de los pacientes tuvieron un alivio satisfactorio del dolor (≥ 50 % de disminución en las puntuaciones de la ENVA) inmediato y a los 3 meses. Este estudio mostró que la PRF preganglionar a través de catéter REC de acceso caudal tuvo una mayor eficacia en la reducción de las puntuaciones de dolor, a comparación con intentos previos vía transforaminal.

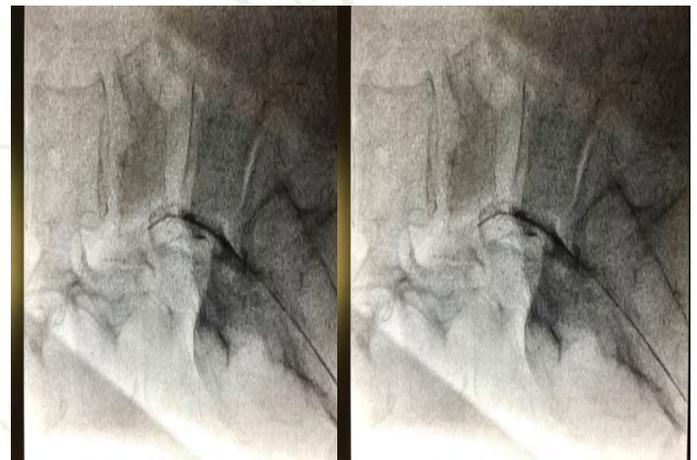


Imagen 2: Catéter REC vista AP y lateral situado en la cara inferomedial de los pedículos, donde las raíces lumbares cruzan para alcanzar los forámenes intervertebrales.

Conclusión

La PRF por vía caudal parece ser una técnica prometedora en el alivio de las lumbociatalgias crónicas. Las ventajas de esta técnica al posicionar el catéter a nivel preganglionar son: la posibilidad de tratar más de una raíz lumbar mediante un único abordaje, la opción de realizar epidurolysis / neuroplastia a nivel epidural anterior y/o posterior, la posibilidad de realizar la técnica en pacientes con artrodesis instrumentada evitando el contacto con la instrumentación, y las características del catéter REC que consta de control de temperatura para evitar posibles complicaciones.

Las limitaciones de este estudio, aparte del tamaño muestral y la ausencia de un grupo control, son la escasez de trabajos publicados hasta la fecha avalando esta técnica por encima de otras, y la falta de investigación sobre el efecto de la PRF en raíces lumbares por vía epidural caudal, donde el catéter suele quedar posicionado a nivel



preganglionar, antes de que la raíz salga por el foramen intervertebral.

Referencias

1. Kallewaard JW, Edelbroek C, Terheggen M, Raza A, Geurts J W A Prospective study of dorsal root ganglion stimulation for non-operated discogenic low back pain. *Neuromodulation Technol Neural Interface*. 2020; 23:196–202. DOI: 10.1111/ner.12937
2. Chapman KB, Groenen PS, Patel KV, Vissers KC, van Helmond N. T12 dorsal root ganglion stimulation to treat chronic low back pain: a case series. *Neuromodulation Technol Neural Interface*. 2020; 23:203–212. DOI: 10.1111/ner.13047
3. Chua NH, Vissers KC, Sluijter ME. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: mechanisms and potential indications—a review. *Acta Neurochir*. 2011;153:763–71. DOI: 10.1007/s00701-010-0881-5
4. Voloshin AG. The efficacy of epidural pulsed radiofrequency on radicular pain refractory to dorsal root ganglion pulsed radiofrequency treatment. *Int Phys Med Rehab J*. 2021;6(3):61–65. DOI: 10.15406/ipmrj.2021.06.00283
5. Marlina A, Yudianta S, Subagya DW, Setyopranoto I, Setyaningsih I, Tursina Srie C, Setyawan R, Rhatomy S. The efficacy of pulsed radiofrequency intervention of the lumbar dorsal root ganglion in patients with chronic lumbar radicular pain. *Med J Malaysia*. 2020;75(2):124-129. PMID: 32281592
6. Chatzikalfas A. ePRF (epidural Pulsed Radiofrequency): A stepping stone to Neuromodulation. *Neuromodulation*. 2016; 19: e1–e158.
7. Shanthanna H, Chan P, McChesney J, Thabane L, Paul J. Pulsed radiofrequency treatment of the lumbar dorsal root ganglion in patients with chronic lumbar radicular pain: a randomized, placebo-controlled pilot study. *J Pain Res*. 2014; 10: 7:47-55. DOI: 10.2147/JPR.S55749
8. Vigneri S, Sindaco G, Gallo G, et al. Effectiveness of pulsed radiofrequency with multifunctional epidural electrode in chronic lumbosacral radicular pain with neuropathic features. *Pain Physician*. 2014;17:477–486. PMID: 25415772



Torsades de Pointes Por Intoxicación de Anestésicos Locales: Una Complicación Potencialmente Grave.

Torsades de Pointes Due to Local Anesthetic Poisoning: A Potentially Serious Complication.

¹Hector Peña-Carrillo, ²Daisy Sarahi Martínez-Serrano, ³Eugenio García-Cano, ⁴Cesar Peña- Jimenez, ⁵Astrid Yanez-Díaz, ⁶Telly Suarez-Suarez, ⁷Jessica Jazmin García-Vidal, ⁸Max Castro-Carballido.

¹Médico Anestesiólogo servicio de Anestesia y terapia intensiva Hospital Independencia; Tehuacán Puebla.

²Médico General Hospital Independencia; Tehuacán Puebla.

³Médico especialista en Cirugía plástica y reconstructiva Hospital Independencia; Tehuacán Puebla.

⁴Médico interno de pregrado del Hospital Independencia; Tehuacán Puebla.

⁵Médico interno de pregrado del Hospital Independencia; Tehuacán Puebla.

⁶Estudiante de medicina en la UNAM; Ciudad de México.

⁷Médico interno de pregrado del Hospital Independencia; Tehuacán Puebla.

⁸Médico interno de pregrado del Hospital Independencia; Tehuacán Puebla.

Anestesia en México 2025; 37(1):

Fecha de recepción octubre 2024, fecha de revisión noviembre 2024, fecha de publicación enero 2025.

sarahi.ms0113@gmail.com

Artículo libre de conflicto de interés o patrocinios.

Resumen

El uso de anestésicos locales es una práctica común en medicina, aplicada para proporcionar analgesia y anestesia en cirugías menores, y mayores, a través de técnicas de anestesia neuroaxial. Además, se emplea en procedimientos diagnósticos y terapéuticos, y como complemento en la anestesia general. Sin embargo, se ha documentado que

la toxicidad por anestésicos locales, durante la infiltración nasal y la administración epidural, puede desencadenar la aparición de *torsades de pointes* (TdP), una arritmia cardíaca potencialmente grave. Aunque la incidencia de TdP inducida por fármacos es baja, el riesgo puede aumentar cuando se combinan fármacos que prolongan el intervalo QT, con ciertos factores predisponentes en el paciente. En este



artículo, analizaremos en profundidad esta complicación, incluyendo su fisiopatología, factores de riesgo, prevención y manejo oportuno.

Palabras clave. torsades de pointes, anestésicos locales, anestesia.

Abstract

The use of local anesthetics is a common practice in medicine, applied to provide analgesia and anesthesia in both minor and major surgeries through neuroaxial anesthesia techniques. It is also used in diagnostic and therapeutic procedures, as well as a complement to general anesthesia. However, local anesthetic toxicity during nasal infiltration and epidural administration has been documented as a potential trigger for torsades de pointes (TdP), a potentially severe cardiac arrhythmia. Although the incidence of drug-induced TdP is low, the risk may increase when drugs that prolong the QT interval are combined with certain predisposing factors in the patient. In this article, we will thoroughly analyze this complication, including its pathophysiology, risk factors, prevention, and timely management.

Keywords: torsades de pointes, local anesthetics, anesthesia

Introducción:

La **torsades de pointes** (TdP) es una arritmia cardíaca rara, pero potencialmente peligrosa, que puede ocurrir durante la anestesia. Esta arritmia se caracteriza por un patrón de ritmo cardíaco irregular en el electrocardiograma, en el cual se observan complejos QRS con amplitud variable y cambio de eje, generando un efecto visual de “torsión” alrededor de la línea de base, que recuerda al logotipo de la banda sonora de **Arctic Monkeys** (Figura 1). En este artículo, detallaremos la fisiopatología, los factores de riesgo, la prevención y el manejo de esta arritmia durante el periodo perioperatorio en anestesia.

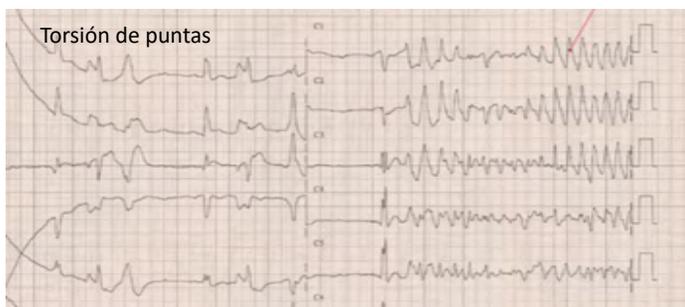


Figura 1: EKG con ritmo de un paciente con TdP. Torsión de puntas.

Presentación de casos clínicos

Se presentan dos casos clínicos representativos. El primer caso corresponde a una paciente femenina de 32 años, de complejión saludable y adecuada en cuanto a peso y talla, quien trabaja como bailarina profesional de danza moderna, adecuada. La paciente fue programada para una rinoseptoplastia debido a apnea del sueño moderada, secundaria a una desviación crónica del tabique nasal. No presenta antecedentes cardiovasculares y en general con buen estado de salud. Sin embargo, refiere consumo de cocaína inhalada hasta dos veces por semana. Libre de consumo durante más de seis meses, sin relación con otras sustancias. La paciente presentó un episodio de TdP tras la infiltración transnasal de 60 mg de lidocaína con epinefrina, posterior a la inducción de anestesia general balanceada. Respondió favorablemente al tratamiento (Figuras 2 y 3).



Figura 2: TdP en el monitor, (caso 1).



Figura 3: Ritmo sinusal después del tratamiento, (caso 1).



El segundo caso corresponde a un paciente masculino de 63 años, programado para fasciotomía y limpieza quirúrgica, tras presentar una pápula eritematosa en la pierna derecha, acompañada de fiebre. Se le administró analgesia mediante catéter epidural, a través del cual se aplicó lidocaína 2 % simple. Sin embargo, no se verificó previamente la permeabilidad del catéter. Tres minutos después de la administración del anestésico, el paciente comenzó a experimentar dolor torácico y pérdida de conciencia, seguido de asistolia súbita. Se inició inmediatamente reanimación cardiopulmonar avanzada (RCP) y, tras la administración de un mg de adrenalina, el paciente recuperó el pulso, observándose un ritmo sinusal transitorio, con onda P presente por un período de 30 segundos, seguido de una taquiarritmia con un patrón compatible con TdP, respondiendo favorablemente al tratamiento implementado (Imágenes 4-7).



Figura 6. Imagen con TdP (Caso 2).

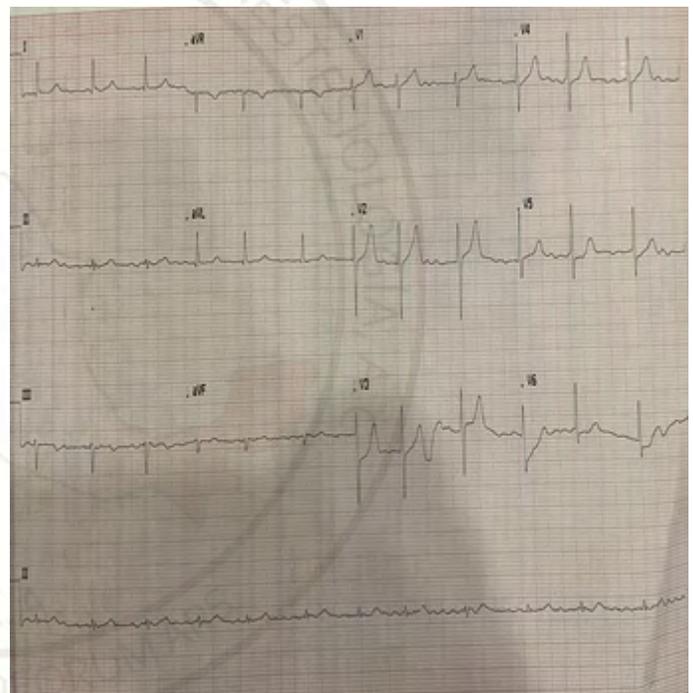


Figura 7: EKG después de TdP (Caso 2).



Figura 4: Ritmo sinusal. (Caso 2).



Figura 5: Comienzo de TdP después de un ritmo sinusal. (Caso 2).

Estos casos ilustran la complejidad y los desafíos en la identificación y manejo de TdP en un entorno anestésico, y enfatizan la importancia de reconocer los factores de riesgo y la prevención para mitigar los efectos adversos potenciales en el paciente.

En esta revisión, abordaremos los factores asociados al síndrome de QT largo, partiendo del límite normal del intervalo QT corregido de 440 ms. Además, exploramos el papel de ciertos fármacos comúnmente utilizados en anestesia general, que son importantes para sospechar y diagnosticar esta condición mediante electrocardiografía, así como el cálculo del intervalo QT corregido en función



de la frecuencia cardíaca, lo que es crucial para el manejo anestésico, la prevención y el tratamiento de esta arritmia. Es importante recordar que la cavidad nasal alberga una extensa área de mucosa altamente vascularizada. Esta anatomía permite que los fármacos se absorban rápidamente a través de su densa red vascular, accediendo directamente al sistema circulatorio y evitando el metabolismo hepático de primer paso. La compleja red vascular de la cavidad nasal, que es esencial para la irrigación de la mucosa y la absorción de medicamentos, está irrigada por arterias que provienen tanto de la carótida externa como de la interna. Entre estas, destaca la arteria esfenopalatina, una rama terminal de la arteria maxilar, que penetra a través del foramen esfenopalatino y se ramifica en las arterias nasal posterolateral y septal posterior, encargadas de vascularizar la pared nasal lateral y el septo nasal, respectivamente.

Asimismo, las arterias etmoidales, derivadas de la arteria oftálmica, son fundamentales en la irrigación de estructuras como el techo etmoidal, el seno frontal y los cornetes mediales. La región anterior de la cavidad nasal contiene el *plexo de Kiesselbach*, una anastomosis vascular clave para la hemostasia, que también puede actuar como sitio de absorción de fármacos dada su alta vascularización. La absorción a través de la mucosa nasal sigue un proceso de liberación, penetración y permeación del fármaco a través de esta membrana, facilitando la absorción directa al sistema circulatorio. Esta vía permite una acción rápida y eficaz de los agentes terapéuticos administrados intranasalmente, resaltando la importancia de comprender cómo la estructura vascular nasal afecta la velocidad y eficacia de estos compuestos.

Por otro lado, la administración inadvertida de anestésico en un espacio diferente al epidural a través de un catéter previamente colocado, presenta el riesgo de migración hacia el espacio subaracnoideo, lo que puede desencadenar complicaciones importantes. Asimismo, existe la posibilidad de que el anestésico, alcance la circulación venosa epidural, un fenómeno poco estudiado, pero que adquiere relevancia cuando se trata de complicaciones severas como la TdP.

El espacio epidural está compuesto por grasa, tejido fibroareolar y plexos venosos. Debido a la presencia de estos plexos, los fármacos liposolubles administrados en el espacio epidural, atraviesan con facilidad la pared venosa, alcanzando con rapidez la circulación general. De este

modo el fármaco podría ejercer un mayor efecto a nivel sistémico que espinal, de igual manera la grasa epidural posee una rica vascularización, con abundantes capilares; desde el punto de vista farmacológico constituye un lugar de depósito, donde pueden acumularse fármacos inyectados por vía epidural. Si el catéter epidural se desplaza y el anestésico se inyecta directamente en el plexo venoso, puede alcanzar rápidamente el sistema venoso central, entrando en la circulación sistémica llegando al corazón, y a concentraciones elevadas, puede interferir con la conducción eléctrica cardíaca. Esto ocurre porque los anestésicos locales como la lidocaína bloquea los canales de sodio y potasio en las membranas celulares. A nivel cardíaco, este bloqueo puede alterar la propagación de los impulsos eléctricos en el miocardio, lo que puede resultar en arritmias, como bradicardia (disminución del ritmo cardíaco), taquicardia ventricular o, en casos graves, fibrilación ventricular, que puede ser fatal si no se trata.

El riesgo de arritmias es mayor con anestésicos locales de alta potencia o en dosis elevadas, particularmente si la administración es rápida y se introduce directamente en el torrente sanguíneo, lo que puede ocurrir en una translocación accidental del catéter epidural. Por lo que resulta crucial vigilar de cerca la ubicación del catéter y la dosis administrada para evitar complicaciones sistémicas graves.

La TdP es una arritmia ventricular caracterizada por la prolongación del intervalo QT en el electrocardiograma. Esta alteración puede ser provocada por diversos factores, como desequilibrios electrolíticos, síndrome de QT largo congénito, y el uso de medicamentos que prolongan el intervalo QT. En casos de intoxicación por anestésicos locales administrados mediante infiltración nasal, se ha planteado que la absorción excesiva de estos fármacos, en la circulación sistémica, puede prolongar el intervalo QT, predisponiendo a TdP. Esto, a su vez, puede progresar a una taquicardia ventricular sostenida o a una fibrilación ventricular, con bajo gasto cardíaco, lo cual puede reducir el flujo sanguíneo hacia el corazón y el cerebro, aumentando el riesgo de paro cardíaco.

Es fundamental identificar los factores de riesgo que predisponen a TdP en el contexto anestésico. Entre ellos se incluyen antecedentes personales o familiares de síndrome de QT largo, desequilibrios electrolíticos, especialmente hipocalcemia, hipokalemia e hipomagnesemia, y el uso de



medicamentos que prolongan el intervalo QT. Fármacos como los anestésicos inhalados y locales, entre ellos la lidocaína, pueden afectar directamente los canales de sodio y potasio, contribuyendo al desarrollo de TdP. Además, ciertos antiarrítmicos, antieméticos, neurolépticos y antidepressivos también representan riesgos potenciales (Tabla 2). La detección de estos factores de riesgo es esencial para una adecuada evaluación perioperatoria y la planificación de la anestesia (Tabla 1).

La prevención de TdP en el entorno anestésico, se basa en una evaluación perioperatoria exhaustiva y en la selección adecuada de anestésicos locales según el perfil de cada paciente. Esto incluye la revisión detallada de la historia clínica del paciente, un electrocardiograma y monitorización electrocardiográfica continua durante el procedimiento. Es esencial evitar o emplear con precaución aquellos medicamentos que prolongan el intervalo QT en pacientes con factores de riesgo. Asimismo, debe garantizarse la corrección de cualquier desequilibrio electrolítico antes de la cirugía.

Si se presenta TdP durante o después de la infiltración nasal con anestésicos locales, se deben implementar medidas inmediatas para revertir la arritmia. Esto incluye suspender la administración del anestésico local, corregir desequilibrios electrolíticos y, como tratamiento de primera línea, administrar sulfato de magnesio. Se ha observado que el magnesio puede reducir la amplitud de las despolarizaciones al inhibir la entrada tardía de calcio a través de los canales de calcio tipo L, asociados a una repolarización ventricular retardada, disminuyendo así la probabilidad de que estas despolarizaciones alcancen el umbral crítico para TdP.

En el primer caso, la arritmia revirtió rápidamente tras la administración en bolo de dos gramos de magnesio intravenoso en dosis única, logrando el retorno a ritmo sinusal.

En el caso del paciente con translocación del catéter epidural, el manejo inicial se realizó con la administración de dos gramos de sulfato de magnesio intravenoso, logrando la transición intermitente entre ritmo sinusal con contracciones ventriculares prematuras y episodios de TdP. Al persistir esta inestabilidad, se administraron 80 mg de enoxaparina subcutánea y, en un bolo lento de tres minutos, 150 mg de *amiodarona*. Sin embargo, las entradas y salidas de TdP continuaron, aunque con períodos más prolongados en ritmo sinusal. Cinco

minutos después, se repitió la dosis de *amiodarona* y se administró un segundo bolo de *magnesio*, normalizando el trazo electrocardiográfico a ritmo sinusal, con episodios de fibrilación auricular. Para estabilizar el ritmo, se inició una infusión de 600 mg de *amiodarona* durante 24 horas, logrando una reversión completa de las arritmias. El paciente fue dado de alta con tratamiento de 200 mg de *amiodarona* vía oral cada 24 horas y seguimiento en cardiología (Tabla 3).

Conclusiones

La infiltración nasal y el uso neuroaxial de anestésicos locales a través de catéter epidural son procedimientos ampliamente utilizados para proporcionar analgesia y anestesia local en cirugías y otros procedimientos diagnósticos y terapéuticos, así como para complementar la anestesia general. Sin embargo, se ha observado que la intoxicación por anestésicos locales durante la infiltración nasal y cutánea puede desencadenar episodios de TdP como consecuencia de dosis excesivas, administración rápida, absorción sistémica aumentada por vasoconstricción, o presencia de alteraciones electrolíticas preexistentes. Además, antecedentes como la inflamación crónica de la mucosa nasal, especialmente asociada al uso de drogas, pueden aumentar el riesgo.

Una terapia recomendada para el tratamiento de la intoxicación por anestésicos locales es la administración de emulsiones lipídicas, ya sea en forma de bolos o mediante infusión a una concentración del 20 %. Es importante destacar que las dosis utilizadas en nuestra intervención no superaron el umbral tóxico documentado, que se sitúa entre 300 mg y 500 mg. Por lo tanto, nuestra prioridad se centró en la atención urgente del episodio TdP.

Es esencial la revisión periódica de los dispositivos de analgesia periquirúrgicos para confirmar que se mantengan en su posición original y evitar migraciones hacia zonas inesperadas. Asimismo, identificar los factores de riesgo y tomar medidas preventivas son pasos fundamentales para reducir la incidencia de TdP durante procedimientos anestésicos. Ante la aparición de esta arritmia, el manejo oportuno y adecuado es vital. El conocimiento profundo de esta arritmia por parte de los anestesiólogos es crucial para garantizar la seguridad y el bienestar de los pacientes en el contexto perioperatorio.



Tabla 1. Factores de riesgo de prolongación del intervalo QT y TdP

Factores de riesgo	Observaciones
Sexo	Mayor en las mujeres 2-3:1
Bradicardia (enlentecimiento brusco de la frecuencia o enlentecimiento de la frecuencia tras taquicardia mantenida)	Con frecuencias cardíacas <60 lpm
Hipocalcemia	
Hipopotasemia	Potasio servicio <3,5 mg/dl
Hipomagnesemia	Magnesio <1,5 mg/dl
Cardioversión reciente de fibrilación auricular especialmente con medicamentos que prolongan el intervalo QT (antiarrítmicos)	Incidencia: 1-3%
Insuficiencia cardíaca congestiva	
Infarto de miocardio	
Hipertrofia ventricular izquierda	
Insuficiencia renal o hepática	
Síndrome QT largo subclínico	
Interacción farmacológica:	
Medicamentos que prolongan el intervalo QT	
Administración concomitante de un medicamento que prolonga el intervalo QT con un inhibidor de su metabolismo	
Administración de dosis altas y de infusiones rápidas de medicamentos que prolongan el intervalo QT	Puede incrementar el intervalo QT 50 ms a la dosis estándar
Hipertiroidismo / hipotiroidismo	

Tabla 2. Medicamentos relacionados con prolongación del intervalo QT y TdP.

Medicamentos para enfermedades cardiovasculares	Medicamentos para trastornos neuropsiquiátricos	Medicamentos para infecciones bacterianas	Medicamentos para infecciones virales
Amiodarona	Amisulprida	Azitromicina	Amantadina
Disopiramida	Amitriptilina	Ciprofloxacino	Atazanavir
Dronedarona	Clorpromazina	Claritromicina	Foscarnet
Flecainida	Citalopram	Eritromicina	Pentamidina
Indapamida	Clomipramina	Levofloxacino	Ritonavir
Nicardipino	Clozapina	Moxifloxacino	Saquinavir
Procainamida	Desipramina	Ofloxacino	
Ranolazina	Escitalopram	Roxitromicina	
Sotalol	Felbamato	Trimetoprim/ Sulfametoxazol	
	Fluoxetina		
	Galantamina		
	Haloperidol		
	Imipramina		
	Litio		
	Mirtazapina		
	Olanzapina		
	Paliperidona		
	Paroxetina		
	Pimozida		
	Quetiapina		
	Risperidona		
	Sertindol		
	Sertralina		
	Tioridazina		
	Tizanidina		
	Trazodona		
	Venlafaxina		
	Ziprasidona		
Medicamentos para trastornos gastrointestinales	Medicamentos para infecciones fúngicas	Otros medicamentos	
Domperidona	Fluconazol	Alfuzosina	
Famotidina	Itraconazol	Fingolimod	
Granisetron	Ketoconazol	Lapatinib	
Octreótido	Voriconazol	Metadona	
Ondansetron		Nilotinib	
		Oxitocina	
		Solifenacina	
		Sunitinib	
		Tacrolimus	
		Tamoxifeno	
		Terfenadina	
		Tolterodina	
		Vardenafil	

Riesgo de TdP Posible riesgo de TdP Riesgo condicional de TdP

- (1) Riesgo: mujeres>hombres. Riesgo bajo de TdP. (2) Riesgo mujeres > hombres (>2 veces). (3) Riesgo de TdP con sobredosis. (4) Riesgo de interacción - Inhibidor enzimático. (5) Riesgo de TdP con vía IV o con sobredosis

Celaya Lecea MC, Martínez Basterra J. Medicamentos y prolongación del intervalo QT. Boletín de Información Farmacoterapéutica de Navarra [Internet]. 2013 [citado 2024 Oct 29];21.



Tabla 3. Medicamentos para tratar TdP

Fármaco	Dosis	Indicaciones
Sulfato de magnesio	Adultos 2 g (8 mmoles) Niños 25-50 mg/kg. (0.1-0.2 mmoles kg ⁻¹) hasta un máximo de 2 g	Dar como infusión intravenosa durante 10-15 minutos Medir el magnesio en plasma después de la administración Puede ser necesaria una dosis repetida
		Dar como infusión continua i.v. Se puede utilizar un bolo inicial de 20-60 µg en adultos (0.3-1 µg kg ⁻¹ en niños). Tasa de infusión de titulación a frecuencia cardíaca de 90-110 latidos min ⁻¹ . Se pueden usar frecuencias cardíacas más altas si se repite el StP.
Isoproterenol	Adultos 0.5-5 µg min ⁻¹ Niños 0.1-1.0 µg kg ⁻¹	

Referencias:

- Lacassie H, Cuadra-Fontaine J, Kychenthal C, Irrrazaval MJ, Altermatt F. Anestesia espinal. Parte II: Importancia de la anatomía, indicaciones y drogas más usadas. *Revista Chilena de Anestesia* 2020; 50(2):398-407 DOI: 10.25237/revchilanstv50n02-17
- Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt, Rouvier B, Samii K. Serious complications related to regional anesthesia: Results of a prospective survey in France. *Anesthesiology* 1997; 87(3): 479-486. DOI: 10.1097/00000542-199709000-00005
- Menendez-Vallongo MB. Anestesia regional y paro cardíaco. *Una vez más para no olvidar* 2010; 9: 142-149. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182010000300002
- Butterworth JF, Strichartz GR. Molecular mechanisms of local anesthesia: A review. *Anesthesiology* 1990; 72(4): 711-734. DOI: <https://doi.org/10.1097/00000542-199004000-00022>
- Celaya Lecea MC, Martínez Bastera J. Medicamentos y prolongación del intervalo QT. Boletín de Información Farmacoterapéutica de Navarra [Internet]. 2013 [citado 2024 Oct 29];21(1). Disponible en: https://www.navarra.es/home_es/Temas/Portal+de+la+Salud/Profesionales/Documentacion+y+publicaciones/Publicaciones+tematicas/Medicamento/BIT/Vol+21/BIT+Vol+21+n+1.htm
- Chui J, Manninen PH. Torsade de pointes associated with the administration of droperidol and fentanyl. *Canadian Journal of Anaesthesia* 1995; 42(6): 552-556.
- Fettiplace MR, Ripper R, Lis K, et al. Rapid onset of cardiotoxicity after inadvertent intravascular bupivacaine administration: a case report. *Journal of Clinical Anesthesia*, 2011;23(3): 227-230.
- Gras Cabrerizo JR, García Garrigós E, Montserrat Gili JR, Gras Albert JR, Mirapeix Lucas R, Masegur Solench H, & Quer Agusti M. Anatomical correlation between nasal vascularisation and the design of the endonasal pedicle flaps. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery* 2018; 70(1): 167-173. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12070-017-1197-z>
- Hui D, Kilpatrick GJ. Cardiac electrophysiological effects of lidocaine and bupivacaine: a comparative study in guinea pig papillary muscles. *Anesthesiology* 2013; 91(4): 1179-1189.
- Martínez C, García Miguel J., de la Cruz-Muñoz, M., et al. (2012). Torsade de pointes secondary to lidocaine overdose: a case report. *Journal of Medical Case Reports*, 1999;6: 321.
- Mulroy MF. Systemic toxicity and cardiotoxicity from local anesthetics: incidence and preventive measures. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2002; 27(6), 556-561. DOI: 10.1053/rapm.2002.37127.
- Neal JM, Bernards CM, Butterworth JF, et al. ASRA practice advisory on local anesthetic systemic toxicity. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2010; 35(2): 152-161. DOI: 10.1097/AAP.0b013e3181d22fcd
- Neal JM, Mulroy MF, & Weinberg GL. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine checklist for managing local anesthetic systemic toxicity: 2012 version. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2012; 37(1): 16-18. DOI: 10.1097/AAP.0b013e31822e0d8a
- Nguyen JD, Duong H. Anatomy, Head and Neck: Labial Artery. In *StatPearls*. StatPearls Publishing 2024. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546631/>
- Sobiesk JL, Munakomi S. Anatomy, Head and Neck, Nasal Cavity. In *StatPearls*. StatPearls Publishing 2023. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544232/>
- Türker S, Onur E, Ozer Y. Nasal route and drug delivery systems. *Pharmacy World & Science* 2004; 26(3): 137-142. DOI: 10.1023/B: PHAR.0000026823.82950.ff
- Weinberg GL. Local anesthetic toxicity: acute and chronic management. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2002; 27(6): 568-575.
- Miranda P, Coloma R, Rueda F, Crovetto M. Actualización en el manejo de intoxicación sistémica por anestésicos locales. *Revista chilena de anestesia* 2020, 49: 98-113. DOI: 10.25237/revchilanstv49n01.08



Manejo Anestésico en Paciente con Dermatomiositis: Reporte de Caso.

Anesthetic Management of a Patient With Dermatomyositis:

¹Esther Itzel de León-Herrera¹, Verónica Chávez-Macías, ²Eloísa de Carmen Ríos- Obregón. ¹Médico Residente de Especialidad en Anestesiología de tercer año, Hospital General Carlos Diez Gutiérrez ISSSTE San Luis Potosí. ²Médico Anestesióloga Adscrita Hospital General Carlos Diez Gutiérrez ISSSTE San Luis Potosí.

Anestesia en México 2025; 37(1):

Fecha de recepción septiembre 2024, fecha de correcciones octubre 2024, fecha de publicación enero 2025.
itzel_esther@hotmail.com

Resumen

Introducción: La dermatomiositis es una enfermedad crónica que afecta las fibras musculares y el tejido conectivo. Esta patología multisistémica complica el manejo anestésico debido a las múltiples afecciones que pueden presentarse en diversos órganos y sistemas del cuerpo.

Objetivo: Describir el manejo anestésico de un paciente con dermatomiositis sometido a una cirugía ginecológica, resaltando la importancia de la anestesia regional para minimizar riesgos y complicaciones. **Presentación de caso clínico:** Se presenta el caso de una paciente femenina de 59 años con diagnóstico de dermatomiositis. La paciente fue sometida a una histerectomía total por vía vaginal debido a miomatosis uterinas. Las características clínicas de la dermatomiositis en esta paciente incluían limitación en los movimientos de la columna cervical y de las articulaciones temporomandibulares, complicando la intubación endotraqueal y el manejo de la vía aérea. Debido a estas limitaciones y otras afecciones sistémicas, se optó por la anestesia regional como técnica preferida para el procedimiento quirúrgico. La anestesia regional es preferible en pacientes con dermatomiositis

debido a las restricciones en la movilidad articular que complican el manejo de la vía aérea y otras afecciones sistémicas asociadas. **Conclusiones:** Este caso subraya la importancia de una evaluación preoperatoria minuciosa y una planificación anestésica cuidadosa, para asegurar una gestión segura y eficaz del dolor postoperatorio, en pacientes con condiciones multisistémicas complejas.

Palabras clave: Dermatomiositis, anestesia regional.

Abstract

Introduction: Dermatomyositis is a chronic disease that affects muscle fibers and connective tissue. This multisystem pathology complicates anesthetic management due to the multiple conditions that may arise in various organs and systems of the body. **Objective:** To describe the anesthetic management of a patient with dermatomyositis undergoing gynecological surgery, highlighting the importance of regional anesthesia to minimize risks and complications. **Case Presentation:** We present the case of a 59-year-old female patient diagnosed with dermatomyositis. The patient underwent a total vaginal hysterectomy due to uterine



fibroids. The clinical features of dermatomyositis in this patient included limitations in cervical spine movement and temporomandibular joint mobility, complicating endotracheal intubation and airway management. Due to these limitations and other systemic conditions, regional anesthesia was chosen as the preferred technique for the surgical procedure. Regional anesthesia is preferred in patients with dermatomyositis due to joint mobility restrictions that complicate airway management and other associated systemic conditions. **Conclusions:** This case underscores the importance of thorough preoperative evaluation and careful anesthetic planning to ensure safe and effective postoperative pain management in patients with complex multisystem conditions.

Keywords: Dermatomyositis, regional anesthesia.

Introducción.

Las miopatías inflamatorias idiopáticas (MII), conocidas colectivamente como miositis, son un grupo de enfermedades autoinmunes raras, que afectan principalmente al músculo esquelético, con afectación de otros órganos o tejidos. La clasificación actual de las MII las divide en cinco subgrupos, clasificando a la **dermatomiositis (DM)** en el grupo II (1).

La DM es el subtipo más común de miopatía inflamatoria idiopática. Se caracteriza por una debilidad muscular proximal predominante, en combinación con erupciones cutáneas distintivas, en particular las pápulas de Gottron y el eritema en heliotropo. Otros aspectos clínicos de la enfermedad incluyen anomalías extramusculares como arritmias, insuficiencia cardíaca congestiva, miocarditis, pericarditis y enfermedad pulmonar intersticial (EPI) (2).

La incidencia de la DM es baja, lo que resulta en una limitada cantidad de casos documentados, sobre el manejo anestésico en pacientes con este diagnóstico. En estos pacientes, la gestión anestésica presenta desafíos significativos, debido a la afectación multisistémica y a las alteraciones musculares inherentes a la enfermedad. La debilidad muscular puede comprometer la función respiratoria, aumentando el riesgo de complicaciones perioperatorias. Además, las limitaciones en la movilidad de la columna cervical y las articulaciones temporomandibulares pueden dificultar el manejo de la vía aérea, haciendo que la intubación endotraqueal sea particularmente desafiante (3).

En pacientes con dermatomiositis, la sensibilidad a los fármacos anestésicos puede estar alterada, lo que puede resultar, en respuestas inusuales a los agentes utilizados, durante la anestesia general. Esto requiere un enfoque personalizado y una cuidadosa titulación de los

medicamentos para evitar reacciones adversas (4).

Compartimos nuestra experiencia en el manejo anestésico de un paciente con DM, destacando las estrategias utilizadas, para mitigar los riesgos asociados y asegurar un procedimiento quirúrgico seguro y exitoso. Este caso subraya la importancia de una evaluación preoperatoria exhaustiva y una planificación anestésica meticulosa, para manejar eficazmente las complejidades inherentes a esta condición

Presentación del caso clínico

Se trata de una paciente femenina de 59 años, Sus antecedentes personales patológicos incluyen DM. Las características clínicas incluyen lesiones dérmicas como pápulas pruriginosas de *Gottron* y *eritema heliotrópico*, confirmadas por biopsia. Actualmente, se encuentra en tratamiento con cloroquina, metotrexato y prednisona.

El padecimiento actual inició, con la sensación de una masa en la región vaginal, acompañada de sangrado transvaginal intermitente y dolor abdominal tipo cólico, fue evaluada en la consulta externa del Hospital Carlos Diez Gutiérrez en San Luis Potosí, por el servicio de ginecología, fue diagnosticada como *miomatosis uterina* y prolapso uterino, por lo que se programó para histerectomía total por vía vaginal.

En su valoración preoperatoria, la paciente se encontró alerta, cooperadora y con signos vitales normales tensión arterial (TA) 125/82 mm Hg, frecuencia cardíaca (FC) 87 lpm, frecuencia respiratoria (FR) 20 rpm, Saturación periférica de oxígeno (SatO₂) 97 % al aire ambiente. Los estudios preoperatorios (tele de tórax, espirometría, electrocardiograma (EKG), biometría hemática (BH), química sanguínea (QS), grupo y RH, perfil tiroideo. Todos dentro de parámetros normales. La exploración física reveló lesiones dérmicas, como eritema heliotrópico y pápulas en la región dorsal y extremidades hipotróficas. La valoración de la vía aérea mostró un Mallampati II, apertura oral II, distancia esternomentoniana II y *Bellhouse-Doré II*. El sistema cardiorrespiratorio no presentó alteraciones. Región lumbosacra, línea media es respetada por las pápulas de *Gottron*. Junto con la valoración de medicina interna, se integraron las siguientes clasificaciones preoperatorias: *NYHA II*, *LEE II*, índice de riesgo pulmonar I, *Detsky I*, *Caprini moderado*, *ASA II*, riesgo de sangrado moderado y riesgo anestésico-quirúrgico EIIIB.

Se premedicó con omeprazol 40 mg i.v. dosis única, *metoclopramida* 10 mg i.v. dosis única, hidrocortisona 100 mg, dosis única, ceftriaxona 1 g, dosis única, y medidas trombotróficas mecánicas. En la sala de operaciones, se realizó monitorización tipo I y se colocaron puntas



nasales a 3 l/min, con signos de ingreso TA 140/80 mm Hg, FC 80 lpm, FR 22 rpm, temperatura 36.5°C, SatO₂ 94 %, glucosa 80 mg/dl. Se administró midazolam 2 mg, fraccionado para ansiolisis. Posteriormente, se colocó en posición de decúbito lateral derecho y, con técnica estéril (alcohol iodado), se identificó el espacio intervertebral L3-L4. Se realizó un abordaje medial con aguja Tuohy 17G, localizando el espacio peridural con un *test de "pitkin"* positivo. *Intra-Tuohy* se colocó una aguja espinal Whitacre 25G larga, observando la salida de líquido cefalorraquídeo de apariencia normal. Se administraron 25 µg de fentanilo más 12.5 mg de bupivacaína hiperbarica al 0.5 %. Se retiró la aguja espinal y se colocó un catéter epidural cefálico funcional, con difusión a T5 y una latencia de ocho minutos.

Durante el procedimiento anestésico, la paciente se mantuvo hemodinámicamente estable con una PAM promedio de 75-85 mm Hg, frecuencia cardíaca promedio de 65-70 lpm, FR promedio de 18-20 rpm, SatO₂ de 98-100 %, temperatura de 36.3-36.6 °C y diuresis de 0.95 mL/kg/hora. Los medicamentos utilizados incluyeron ondansetrón ocho mg, dosis única, paracetamol un gramo, dosis única, y mantenimiento con lidocaína con epinefrina al 2 % 60 mg por catéter epidural. En cuanto al procedimiento quirúrgico. Se realizó una histerectomía total por vía vaginal. El sangrado total fue de 150 mL, con un balance de líquidos de 950 mL de ingresos y 1510 mL de egresos.

La paciente pasó a sala de recuperación con un *Aldrete de 9, Ramsay de 2, EVA de 0/10, Bromage de 2*, hemodinámicamente estable. Se retiró el catéter epidural íntegro, con signos de salida TA 130/79 mm Hg, FC 73 lpm, FR 20 rpm y SatO₂ 99 %.

Discusión

La dermatomiositis presenta desafíos anestésicos significativos, debido a la afectación de múltiples sistemas orgánicos, incluyendo complicaciones respiratorias y cardiovasculares, debilidad muscular e interacciones potenciales, con los agentes anestésicos. Los pacientes con dermatomiositis requieren una evaluación preoperatoria detallada, incluyendo pruebas de función pulmonar, ECG, ecocardiografía y posiblemente una radiografía de tórax, para evaluar la enfermedad pulmonar intersticial (5). Medicamentos como los esteroides, deben continuarse en el perioperatorio, y puede ser necesario administrar dosis de estrés de corticosteroides, para prevenir la insuficiencia suprarrenal (6). En el caso presentado, la paciente de 59 años fue sometida a una evaluación preoperatoria completa, incluyendo tele de tórax, ECG,

perfil tiroideo y otros estudios relevantes, lo cual es consistente con las recomendaciones de la literatura para pacientes con dermatomiositis.

Los pacientes con dermatomiositis a menudo requieren una evaluación preoperatoria detallada, que incluya pruebas de función pulmonar, electrocardiograma (ECG), ecocardiografía y posiblemente una radiografía de tórax para evaluar la presencia de enfermedad pulmonar intersticial (7). Medicamentos como los esteroides deben continuarse en el perioperatorio, y puede ser necesario administrar dosis de estrés de corticosteroides para prevenir la insuficiencia suprarrenal (5). En nuestro caso, la paciente tuvo signos vitales normales y no presentó alteraciones significativas en los estudios preoperatorios, excepto por las manifestaciones dérmicas y la atrofia muscular, lo que facilitó la planificación anestésica.

La anestesia regional, es a menudo preferida en pacientes con dermatomiositis para evitar complicaciones potenciales asociadas con la anestesia general, como el manejo difícil de la vía aérea y reacciones adversas a los relajantes musculares (8). En este caso, el uso de anestesia epidural y espinal fue adecuado, proporcionando un control efectivo del dolor y minimizando la exposición sistémica a los fármacos. Durante la cirugía, la paciente se mantuvo hemodinámicamente estable, con un monitoreo riguroso del estado hemodinámico y los niveles de glucosa, lo cual es crucial, especialmente en pacientes diabéticos. El cuidado postoperatorio debe incluir un monitoreo vigilante para detectar complicaciones respiratorias, un control adecuado del dolor y la gestión continua de las condiciones subyacentes como la diabetes (9). La paciente fue trasladada a la sala de recuperación con un *Aldrete de 9, Ramsay de 2, EVA de 0/10 y Bromage de 2*, mostrando estabilidad hemodinámica, lo que subraya la importancia de una observación cercana en unidades de cuidados intermedios o intensivos para manejar posibles complicaciones como insuficiencia respiratoria o eventos cardíacos.

Es importante que el personal médico involucrado en la atención de los pacientes con desordenes neuromusculares, se encuentre familiarizado con los protocolos y guías inherentes a su abordaje, en este sentido *Van den Bersselaar et al.*, evaluaron las prácticas actuales relacionadas con la asesoría preoperatoria y el cuidado perioperatorio de pacientes neuromusculares. En ese estudio participaron un total de 83 departamentos. El 36.4 % de los departamentos participantes disponía de guías locales sobre el cuidado perioperatorio de pacientes neuromusculares. La calidad de la formación específica para residentes y anestesiólogos/neurólogos en el



cuidado perioperatorio de pacientes neuromusculares fue calificada como “muy buena” o “buena” por el 42.9 %. Los pacientes neuromusculares programados para cirugía fueron ‘siempre’ o ‘frecuentemente’ discutidos en reuniones multidisciplinarias que involucraron, anestesiólogos y neurólogos en el 20.8 % de los departamentos participantes. Este equipo de investigadores resaltó la importancia de la implementación de guías, educación para los profesionales de la salud y reuniones multidisciplinarias regulares entre anestesiólogos y neurólogos (10).

Conclusión

Destaca las complejidades del manejo anestésico en un paciente con DM, sometido a una cirugía mayor. Una evaluación preoperatoria integral, un manejo intraoperatorio cuidadoso y un cuidado postoperatorio vigilante, son esenciales para minimizar riesgos y asegurar la seguridad del paciente. El uso de anestesia regional proporcionó un control del dolor efectivo, evitando las complicaciones asociadas con la anestesia general en esta población de pacientes de alto riesgo.

Referencias

1. Schmidt J. Current Classification and Management of Inflammatory Myopathies. *J Neuromuscul Dis.* 2018; 5(2): 109-129. doi: 10.3233/JND-180308.
2. Chu L, Rohekar G. Dermatomyositis. *CMAJ.* 2019; 191(12): E340. doi: 10.1503/cmaj.180947
3. Yemul-Golhar S, Bhalariao P, Khedkar S, Shettar S, Kelkar K. Dermatomyositis with scleroderma-overlap syndrome and its anaesthetic implications. *Indian J Anaesth.* 2011; 55(3): 316-317. doi: 10.4103/0019-5049.82664.
4. You A, Kang H, Park S, Kim Y. Delayed recovery of limb muscle power after general anesthesia with cisatracurium in a dermatomyositis patient. *J Clin Anesth.* 2018;(50): 59-60. doi: 10.1016/j.jclinane.2018.06.026.
5. Radeka J, Dragisa M, Vasilijic M, Miroslav M, Jankovic R. Anesthesia and rare neuromuscular diseases. *Front. Anesthesiol.* 2023; 2: 1-9. Doi.org/10.3389/fanes.2023.1159436
6. Marsj S, Ross N, Pittard A. Neuromuscular disorders and anaesthesia. Part 1: generic anaesthetic management. *Advance Access publication.* 2011; 1(4): 115-120. doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkr020
7. Ganta R, Campbell T, Mostafa M. Anaesthesia and acute dermatomyositis. *Br. J. Anaesth.* 1988; 60: 854-858. doi: 10.1093/bja/60.7.854
8. Van den Bersselaar L, Heytens L, Silva H, Reimann J, Tasca G, Díaz-Cambronero O, et al. European Neuromuscular Centre consensus statement on anaesthesia in patients with neuromuscular disorders. *Eur J Neurol.* 2022; 29(12): 3486-3507. doi: 10.1111/ene.15526.
9. Radkowski P, Suren L, Podhorodecka K, Harikumar S, Jamrozik N. A Review on the Anesthetic Management of Patients with Neuromuscular Diseases. *Anesth Pain Med.* 2023; 13(1): e132088. doi: 10.5812/aapm-132088
10. Van den Bersselaar L, Gubbels M, Jungbluth H, Schouten M, van der Kooi A, Quinlivan R, et al. Perioperative care for patients with neuromuscular disorders in the Netherlands- A questionnaire study among anaesthesiologists, Neurologists and Clinical Geneticists. *J Neuromuscul Dis.* 2022; 9(6): 765-775. doi: 10.1136/practneurol-2020-002633



Neuroplastía Foraminal Lumbar Percutánea con Uso de Agujas Espinales de Referencia: Descripción Técnica

Percutaneous Lumbar Foraminal Neuroplasty Using Reference Spinal Needles: Technical Description

¹Karla Gabriella Borbolla-García, ¹Omar Solis-Valades, ¹Alfredo Bravo-Vidal, ¹Sara Aimee Suarez-Olmos, ²Jesus Medina-Rascon, ³Christopher L. Robinson ⁴Jocelyn Reyes-Armendariz ⁴Victor Manuel Silva-Ortiz

¹Medico Anestesiólogo, Fellow de manejo del dolor y cuidados paliativos Tec Salud. ²Medina Medical Specialties, Mexicali, Baja California. ³Departamento de anestesiología, medicina crítica y manejo de dolor, Harvard Medical School-Beth Israel Deaconess Medical Center, Boston, Massachusetts, USA. ⁴Medico Anestesiólogo, Profesor en alta especialidad del manejo del dolor y cuidados paliativos Tec Salud. México.

Anestesia en México 2025; 37(1):

Fecha de recepción, septiembre 2024, fecha de revisión, octubre 2024, fecha de publicación enero 2025.

drvitorsilva@gmail.com

Resumen

Antecedentes: La estenosis del foraminal lumbar es una causa común de dolor lumbar crónico y radiculopatía, a menudo tratada con inyecciones epidurales de esteroides. En ausencia de hallazgos de imágenes con un examen físico positivo que demuestre síntomas, la neuroplastia percutánea (NPP) puede ser una alternativa a las inyecciones epidurales transforaminales de esteroides que de otro modo han fracasado. Presentación del caso: **Presentamos dos casos** (hombre de 55 años y mujer de 65 años) con dolor lumbar crónico y radiculopatía con imágenes por lo demás normales que demuestran que no hay estenosis del foraminal lumbar refractaria a las inyecciones epidurales transforaminales de esteroides. La NPP se realizó utilizando agujas espinales de referencia y

ambos pacientes lograron un alivio sostenido del dolor >50-75 %. Conclusión: La NPP ofrece a los médicos intervencionistas del dolor crónico y a los pacientes con lumbalgia crónica refractaria con radiculopatía lumbar debida a fibrosis un tratamiento alternativo, seguro y que ofrece resultados sostenidos. Además, este es el primero de su tipo en ofrecer un procedimiento paso a paso de NPP utilizando una aguja espinal de referencia.

Palabras clave: Estenosis foraminal, neuroplastia foraminal, lumbalgia axial crónica, radiculopatía lumbar

Abstract

Background: Lumbar foraminal stenosis is a common cause of chronic lower back pain and radiculopathy often treated by epidural steroid injections. In the absence of imaging



findings with a positive physical exam demonstrating symptoms, percutaneous neuroplasty (PNP) may be an alternative to transforaminal epidural steroid injections that have otherwise failed. Case Presentation: We present two cases (55-year-old man and 65-year-old woman) with chronic low back pain and radiculopathy with otherwise normal imaging demonstrating no lumbar foraminal stenosis refractory to transforaminal epidural steroid injections. PNP was performed using reference spinal needles with both patients achieving sustained > 50–75% pain relief. Conclusion: PNP offers interventional chronic pain physicians and patients with refractory chronic low back pain with lumbar radiculopathy due to fibrosis an alternative, safe treatment that offers sustained results. Furthermore, this is the first of its kind to offer a step-by-step procedural step of PNP using a reference spinal needle.

Keywords: Foraminal stenosis; foraminal neuroplasty, chronic axial back pain; Lumbar radiculopathy

Introducción

La estenosis foraminal lumbar (EFL) es una condición que se presenta con dolor lumbar y/o radicular que afecta significativamente la calidad de vida de los pacientes. Las causas pueden ser una hipertrofia facetaria, hernia de disco, quistes sinoviales, subluxación del proceso articular superior de la vertebra inferior o hipertrofia de ligamento amarillo (1,2).

La prevalencia de EFL es de 8 a 11 %, pero lo más preocupante es que se cree que el 60 % de los casos postlaminectomía, son debidos a una falla en el reconocimiento de esta condición.

El foramen intervertebral lumbar tiene como contenido la raíz nerviosa y el ganglio de la raíz dorsal y está rodeada por grasa epidural, vasos sanguíneos y la membrana peridural. Los vasos sanguíneos y la grasa epidural ocupan aproximadamente el 30 % del área foraminal.

El foramen está dividido en tres zonas: el receso lateral, el foramen y la región extraforaminal. El foramen tiene un área aproximada de 40 a 160 mm² y la altura foraminal puede variar dependiendo de la región lumbar en la que se mida, con un rango desde 20 a 23 mm. El diagnóstico de EFL en base a las medidas de este se puede realizar cuando la altura del foramen es de ≤ 15 mm o la altura posterior del disco intervertebral es de ≤ 4 mm en la imagen por resonancia magnética.

La neuroplastia percutánea (NPP) también conocida como adherensiolisis epidural es un procedimiento que tiene como objetivo liberar o eliminar la fibrosis, que actúan como barreras que impiden la inyección de medicamentos

en las estructuras que se cree que son responsables del dolor. La NPP se obtiene por la mezcla de la liberación mecánica con un catéter reforzado y la inyección de sustancias con las que se puede realizar una hidrodiseción de las estructuras, separándolas y subsecuentemente depositar medicamento en las mismas. En los casos en los que se diagnostica la EFL, se puede ofrecer a los pacientes un acceso selectivo al foramen afectado, con un catéter reforzado, lo cual es llamado neuroplastia foraminal lumbar (NPFL).

Este estudio se realizó de acuerdo con los principios establecidos en la declaración de Helsinki de 1964 y sus enmiendas posteriores, y se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes individuales incluidos en el estudio.

Técnica de neuroplastia foraminal

Una aguja espinal de referencia o guía puede usarse como guía para mejorar la precisión y el éxito de la NPP foraminal. Además, permite al médico intervencionista del dolor añadir una tercera dimensión, la profundidad, a la NPP foraminal fluoroscópica bidimensional. Para realizar la NPP foraminal, identifique el sitio donde sea más probable que el foramen permita el acceso al catéter. Además, revise las imágenes por resonancia magnética (IRM) en las vistas sagital, parasagital y axial a nivel foraminal y planifique el avance del catéter hacia el foramen estrecho. Nuestro objetivo inicial para colocar la aguja de referencia será donde el catéter pueda avanzar hacia el foramen, colocándola cerca del foramen. Tenga cuidado de no avanzar hacia la parte anterior del foramen, donde se pueden encontrar vasos foraminales, especialmente en la porción superior y anterior del foramen. Cabe destacar que, cuanto más baja esté la aguja en el foramen, menos probable es encontrar estos vasos. Sin embargo, se debe tener cuidado de evitar el contacto con el disco intervertebral en la parte más anterior del foramen.

Una vez que la aguja guía esté colocada en la ubicación planificada, el sitio de entrada de la aguja de Tuohy se marcará con la imagen de fluoroscopia, aproximadamente 4-5 cm lateral y 1.5-2 cm superior a la aguja guía, para avanzar el catéter de cefálico a caudal y de lateral a medial y poder colocar el catéter entre la raíz nerviosa y el disco intervertebral. En casos de NPP foraminal a nivel de L5, el acceso a veces puede necesitar ser más alto si la cresta ilíaca está elevada, ya que la altura del punto de acceso está influenciada por la altura de la cresta ilíaca.

El foramen y el receso lateral son los objetivos de esta técnica, ubicados justo frente a la raíz nerviosa y posterior



al disco, en el espacio epidural anterior, y pueden ser confirmados con un epidurograma (Figura 1). Una vez que el catéter ha sido colocado, se realizan movimientos de vaivén con el catéter con la intención de liberar mecánicamente las adherencias y, posteriormente, crear espacio en la zona estrecha para inyectar los medicamentos y tratar el foramen estrecho.

Reporte de caso 1

El paciente es un hombre de 55 años con antecedentes de dolor lumbar crónico, con radiculopatía lumbar en la distribución de L4–L5 durante 2 años. El paciente reportó un puntaje de dolor en la escala visual analógica de 8 de 10. Los antecedentes quirúrgicos del paciente son notables por una discectomía L4–L5. El examen físico demostró una prueba de elevación de la pierna recta izquierda sin dolor paravertebral. Además, el paciente no respondió al manejo médico conservador con terapia física y rehabilitación, parche de buprenorfina (10 µg/h), gabapentina (200 mg cada 12 h). El paciente también tuvo una eficacia mínima con pregabalina 75 mg dos veces al día y tramadol 75 mg, como medicación de rescate. Se discutió con el paciente una neuroplastia foraminal NPP y el paciente acordó proceder con el procedimiento. Para tal propósito, el paciente recibió 1.5 mg de midazolam y 75 µg de fentanilo por vía intravenosa, para la sedación y el dolor. Inicialmente, el procedimiento se realizó a través del abordaje caudal. Sin embargo, el catéter de neuroplastia (Axon) no pudo ser avanzado hasta el objetivo L4–5 debido a una fibrosis excesiva en el área, debido a la discectomía previa. Inicialmente, se utilizó una aguja espinal de referencia 22G con un acceso infrapedicular, supraneural hacia el foramen, que luego se utilizaría como guía, para el acceso más lateral y superior transforaminal con la aguja y el catéter de neuroplastia (Axon); una vez que el catéter se colocó en la posición correcta, se realizaron movimientos hacia adelante y hacia atrás con el catéter con la intención de hacer espacio para la medicación que se inyectaría más tarde, y se realizó un epidurograma que demostró la correcta distribución en el receso lateral. A nivel foraminal, se inyectaron 4 mL de solución salina al 0.9 % junto con ocho mg de dexametasona y dos mL de lidocaína al 1 %. Inmediatamente después del procedimiento, el puntaje VAS del paciente fue de 2/10, a un mes fue de 3/10, a tres meses fue de 2/10, a seis meses fue de 3/10. Cabe destacar que el paciente redujo su dosis de pregabalina a 75 mg una vez al día y tramadol a 37.5 mg cuando fuera necesario. Además, no hubo complicaciones con el procedimiento.

Reporte de caso 2

La paciente, es una mujer de 65 años con antecedentes de espondilolistesis L4–5 y dolor lumbar axial crónico con radiculopatía lumbar de varios años de duración. La paciente reportó un puntaje de dolor VAS de 8/10, y señaló una eficacia mínima con el manejo conservador, incluyendo pregabalina 75 mg dos veces al día y tramadol 200 mg diarios. Se le ofreció a la paciente una NPP foraminal. Para el procedimiento, la paciente recibió un mg de midazolam y 50 µg de fentanilo por vía intravenosa para la sedación y el dolor. La NPP foraminal se realizó mediante el abordaje caudal con un catéter de neuroplastia. Bajo fluoroscopia, se observó un defecto de llenado en el foramen izquierdo L4–5 y el receso lateral. Una vez identificado el defecto de llenado, lo tomamos como objetivo para realizar la neuroplastia foraminal. Con una aguja espinal de 22G como referencia dirigida hacia el área anatómica, que había sido previamente identificada mediante resonancia magnética donde sería más probable avanzar el catéter de neuroplastia, posteriormente, la aguja de referencia sirvió como guía para acceder al foramen y avanzar el catéter de neuroplastia (Axon) y realizar movimientos hacia adelante y hacia atrás. Luego se realiza un nuevo epidurograma, revelando una mejora en el llenado en los sitios foraminal, extraforaminal y receso lateral en comparación con el examen anterior. Inmediatamente después del procedimiento, el puntaje EVA de la paciente fue de 3/10, a un mes fue de 3/10, a tres meses fue de 3/10, a seis meses fue de 3/10.

Discusión

En pacientes con dolor radicular crónico, con o sin dolor axial, la inyección transforaminal de esteroides epidurales (TFESI) ha sido un tratamiento común. Sin embargo, el efecto beneficioso puede durar solo un corto período o puede no ser tan efectivo, potencialmente como resultado de adhesiones epidurales/foraminales que impiden que la medicación llegue a la zona afectada de manera óptima. En estos casos, una opción de tratamiento alternativa puede ser la NPP.

Uno de los objetivos clave al realizar la PNP es la membrana peridural (MP), una estructura delgada y bien inervada entre la duramadre y la pared del canal espinal. La fibrosis de la MP puede ser una posible causa de dolor lumbar cuando se han descartado otras causas de dolor facetogénico o discogénico. El nivel de evidencia (LOE) para la NPP varía según las condiciones que se tratan, como la estenosis espinal (LOE II), la hernia discal lumbar (2) y el síndrome post-laminectomía (I). La NPP también ofrece una modalidad de tratamiento alternativa

cuando los métodos tradicionales como las inyecciones transforaminales de esteroides epidurales han fallado debido a la fibrosis.

En la NPP, el epidurograma desempeña un papel vital dada su correlación con la condición clínica del paciente y ofrece información adicional que no está disponible en la resonancia magnética (IRM), como cuando hay dolor lumbar crónico con o sin dolor radicular en ausencia de estenosis del canal central o foraminal en la IRM. Mientras que el epidurograma permite la visualización mediante un defecto de llenado en presencia de fibrosis, que puede estar causando la compresión.

Se han descrito cuatro enfoques diferentes, todos igualmente efectivos, para la PNP, siendo el clásico y primer enfoque a través del hiato sacro y otros a través del foramen S1, interlaminar y transforaminal. La elección del enfoque depende de la viabilidad del objetivo o si un enfoque no permite el acceso cuando se intenta. Cabe destacar que la estenosis tanto del foramen como del canal central puede estar presente y prevenir el movimiento del catéter desde la línea media hacia el foramen debido a la estenosis del canal central. En estos casos, el acceso foraminal como primer paso puede estar indicado.

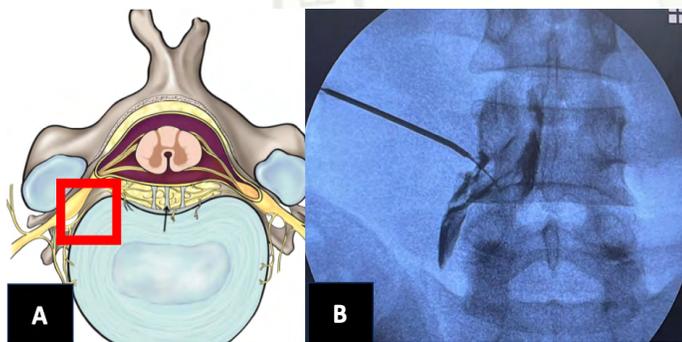


Imagen 1:

1A. Esquema de la zona epidural anterior en donde nos interesa separar la raíz nerviosa.

1B. proyección AP de fluoroscopia en la que se observa el catéter en la zona foraminal y el medio de contraste con distribución en receso lateral, foramen y extraforaminal. (imagen del autor, con permiso del paciente).

Las agujas de referencia ayudan a guiar nuestra aguja epidural final hacia el objetivo, añadiendo una tercera dimensión (profundidad) a un procedimiento guiado por fluoroscopia, que es inherentemente bidimensional. Esta dimensión de profundidad proporcionada por la aguja espinal de referencia nos permite adaptar nuestros enfoques según las necesidades del paciente, dirigiéndolos hacia el área afectada o la región más probablemente

accesible con el catéter de neuroplastia. En última instancia, el acceso al foramen se logra con el catéter, no con la aguja epidural, lo que hace que el enfoque sea más seguro. Es importante destacar que la utilización de agujas de referencia para controlar la profundidad en procedimientos guiados por fluoroscopia se extiende más allá de los casos de neuroplastia foraminal. También podría ser aplicable en procedimientos que utilizan enfoques no coaxiales o de visión no en túnel. Esto amplía el alcance para explorar varios procedimientos y expande las aplicaciones potenciales de esta técnica.

Conclusión

Aquí, presentamos por primera vez el protocolo paso a paso para la NPP, utilizando una aguja espinal de referencia, para guiar al médico intervencionista del dolor de manera segura y práctica. Discutimos dos casos con imágenes, que no demuestran estenosis del canal central o foraminal, o que han fallado en el tratamiento con inyecciones transforaminales de esteroides epidurales y lograron un alivio sostenido del dolor con la NPP. Añadimos a la creciente literatura que demuestra la eficacia de la NPP, ofreciendo a los médicos intervencionistas del dolor otra opción para el manejo del dolor lumbar crónico con o sin radiculopatía causada por fibrosis.

Bibliografía

1. Choi YK. Lumbar foraminal neuropathy: an update on non-surgical management. *Korean J Pain.* 2019;32(3):147-159. <https://doi.org/10.3344/kjp.2019.32.3.147>.
2. Hasegawa T, An HS, Haughton VM, Nowicki BH. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(1):32-8. PMID: 7822353.
3. Orita S, Inage K, Eguchi Y, Kubota G, Aoki Y, Nakamura J, Matsuura Y, Furuya T, Koda M, Ohtori S. Lumbar foraminal stenosis, the hidden stenosis including at L5/S1. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2016;26(7):685-93. <https://doi.org/10.1007/s00590-016-1806-7>.
4. Jenis LG, An HS. Spine update. Lumbar foraminal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000 1;25(3):389-94 <https://doi.org/10.1097/00007632-200002010-00022>.
5. Manchikanti L, Knezevic NN, Navani A, Christo PJ, Limerick G, Calodney AK, et al. Epidural Interventions in the Management of Chronic Spinal Pain: American Society of Interventional Pain Physicians (ASIPP) Comprehensive Evidence-Based Guidelines. *Pain Physician.* 2021;24(S1): S27-S208. PMID: 33492918.
6. Murthy NS, Maus TP, Behrns CL. Intraforaminal location of the great anterior radiculomedullary artery (artery of Adamkiewicz): a retrospective review. *Pain Med.* 2010 Dec;11(12):1756-64. <https://doi.org/10.1111/j.1526->



- 4637.2010.00948.x
7. Ansari S, Heavner JE, McConnell DJ, Azari H, Bosscher HA. The peridural membrane of the spinal canal: a critical review. *Pain Pract.* 2012;12(4):315-25. <https://doi.org/10.1111/j.1533-2500.2011.00510.x>.
 8. Bosscher HA, Heavner JE, Grozdanov P, Warraich IA, Wachtel MS, Dertien J. The Peridural Membrane of the Human Spine is Well Innervated. *Anat Rec (Hoboken).* 2016;299(4):484-91. <https://doi.org/10.1002/ar.23315>.
 9. Manchikanti L, Knezevic NN, Sanapati MR, Boswell MV, Kaye AD, Hirsch JA. Effectiveness of Percutaneous Adhesiolysis in Managing Chronic Central Lumbar Spinal Stenosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Physician.* 2019;22(6):E523-E550. PMID: 31775400.
 10. Manchikanti L, Sojin A, Boswell MV, Kaye AD, Sanapati M, Hirsch JA. Effectiveness of Percutaneous Adhesiolysis in Post Lumbar Surgery Syndrome: A Systematic Analysis of Findings of Systematic Reviews. *Pain Physician.* 2019;22(4):307-322.
 11. Manchikanti L, Knezevic E, Knezevic NN, Sanapati MR, Kaye AD, Thota S, Hirsch JA. The role of percutaneous neurolysis in lumbar disc herniation: systematic review and meta-analysis. *Korean J Pain.* 2021;34(3):346-368. <https://doi.org/10.3344/kjp.2021.34.3.346>.
 12. Park CH, Lee SH. Effectiveness of percutaneous transforaminal adhesiolysis in patients with lumbar neuroforaminal spinal stenosis. *Pain Physician.* 2013;16(1):E37-43. PMID: 23340543.
 13. Kim DH, Ji GY, Kwon HJ, Na T, Shin JW, Shin DA, Choi SS. Contrast Dispersion on Epidurography May Be Associated with Clinical Outcomes After Percutaneous Epidural Neuroplasty Using an Inflatable Balloon Catheter. *Pain Med.* 2020;21(4):677-685. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz225>.
 14. Kim JH, Jung HJ, Nahm FS, Lee PB. Does improvement in epidurography following percutaneous epidural neuroplasty correspond to patient outcome? *Pain Pract.* 2015;15(5):407-13. <https://doi.org/10.1111/papr.12197>.
 15. Kim CS, Moon YJ, Kim JW, Hyun DM, Son SL, Shin JW, Kim DH, Choi SS, Karm MH. Transforaminal Epidural Balloon Adhesiolysis via a Contralateral Interlaminar Retrograde Foraminal Approach: A Retrospective Analysis and Technical Considerations. *J Clin Med.* 2020;9(4):981. <https://doi.org/10.3390/jcm9040981>.
 16. Akbas M, Elawamy AR, Salem HH, Fouad AZ, Abbas NA, Dagistan G. Comparison of 3 Approaches to Percutaneous Epidural Adhesiolysis and Neuroplasty in Post Lumbar Surgery Syndrome. *Pain Physician.* 2018;21(5):E501-E508. PMID: 30282398.



Manejo Anestésico en Corrección de Hernia Diafragmática Congénita en Neonato con Cardiopatía Compleja: Reporte de Caso.

Anesthetic Management in Correction of Congenital Diaphragmatic Hernia in Neonate with Complex Heart Disease: Case Report.

¹Luis Enrique Estrada-Pérez, ²Juan Carlos Torres-Carrillo. ¹Médico Residente de anestesiología Centro Médico Nacional 20 de noviembre (UNAM). Médico Anestesiólogo pediatra Centro Médico Nacional, 20 de noviembre. CDMX.

Anestesia en México 2025; 37(1):

Fecha de recepción septiembre 2024, fecha de revisión octubre 2024, fecha de publicación enero 2025.
enrique.daas03@hotmail.com

Resumen:

La hernia diafragmática congénita (HDC), es un defecto en el diafragma, protruye los órganos abdominales hacia la cavidad torácica, produciendo hipoplasia pulmonar con consecuente hipertensión pulmonar y anomalías principalmente cardíacas. Caso clínico: masculino de 22 horas de vida extrauterina, con diagnóstico de HDC, dextrocardia, dextroapex, hipertensión pulmonar, conducto arterioso permeable, hipoplasia pulmonar severa y arco aórtico hipoplásico, programado para corrección de defecto. Monitoreo tipo uno. Técnica anestésica: general balanceada con bloqueo caudal. Discusión: se han comparado diferentes modalidades ventilatorias, durante la reparación de HDC, diversos autores refieren, no existir diferencia significativa, entre ventilación mecánica convencional y por oscilación de alta frecuencia. En este caso se manejó ventilación mecánica

convencional, controlada por presión, PINSF 22-24, PEEP 4-5, FR 40-50 por minuto, buscando mantener EtcO_2 50-60 mm Hg, FIO_2 40-50 %, SPO_2 preductal 88-95 %. Conclusión: la correcta ventilación mecánica mejora el pronóstico cardiopulmonar, transanestésico y postoperatorio. La combinación de anestesia general y bloqueo caudal, permitió una adecuada relajación muscular manteniendo presiones bajas intraabdominales, e intratorácicas, favoreciendo el procedimiento quirúrgico, manteniendo adecuado estado hemodinámico y brindando control analgésico, evitando la respuesta motora y adrenérgica.

Palabras clave: hernia diafragmática compleja, hipoplasia pulmonar, anestesia general balanceada, bloqueo caudal.

Abstract

Congenital diaphragmatic hernia (CDH) is a defect in the



diaphragm that allows abdominal organs to protrude into the thoracic cavity, resulting in pulmonary hypoplasia, consequent pulmonary hypertension, and primarily cardiac anomalies. Case Presentation: A 22-hour-old male patient with a diagnosis of CDH, dextrocardia, dextroapex, pulmonary hypertension, patent ductus arteriosus, severe pulmonary hypoplasia, and hypoplastic aortic arch, scheduled for defect correction. Type one monitoring was used. Anesthetic Technique: Balanced general anesthesia with caudal block. Discussion: Various ventilatory modalities have been compared during CDH repair. Several authors report no significant difference between conventional mechanical ventilation and high-frequency oscillatory ventilation. In this case, conventional mechanical ventilation was employed, controlled by pressure, with inspiratory pressures of 22-24 cm H₂O, PEEP 4-5, and a respiratory rate of 40-50 breaths per minute, aiming to maintain EtCO₂ at 50-60 mm Hg, FIO₂ at 40-50 %, and preductal SpO₂ at 88-95 %. Conclusion: Proper mechanical ventilation improves cardiopulmonary prognosis during the transanesthetic and postoperative periods. The combination of general anesthesia and caudal block allowed for adequate muscle relaxation while maintaining low intra-abdominal and intrathoracic pressures, facilitating the surgical procedure, preserving hemodynamic stability, and providing analgesic control, thereby avoiding motor and adrenergic responses.

Keywords: complex diaphragmatic hernia, pulmonary hypoplasia, balanced general anesthesia, caudal block

Introducción

La hernia diafrágica congénita (HDC), es un defecto en el diafragma, protruye los órganos abdominales hacia la cavidad torácica, produciendo hipoplasia pulmonar con consecuente hipertensión pulmonar y anomalías principalmente cardíacas. Es de una etiología, en la cual un defecto a nivel del diafragma permite el paso de órganos abdominales y protruyen hacia la cavidad torácica (1,2,3). Se reportan alrededor de 1:3600 casos por nacimiento, siendo una situación que condiciona la vida del recién nacido. La gravedad de esta entidad, consiste en la hipoplasia pulmonar con consecuente hipertensión pulmonar y anomalías principalmente cardíacas (4, 5). A nivel embriológico el diafragma se origina del tabique transversal y de los canales pericardioperitoneales (2, 5). La cavidad peritoneal y pleural se separan en la

séptima semana de gestación. Antes de la separación, ambas cavidades se comunican mediante los canales pericardioperitoneales, y es en estos donde inicia el desarrollo de los pulmones, hasta que son demasiado grandes y se expanden en el mesénquima de la pared torácica, separándolo en la pared propiamente dicha y los pliegues pleuroperitoneales. Estos se expanden hacia medial y ventral, y se fusionan con el mesenterio del esófago y el tabique transversal para cerrar los canales pericardioperitoneales y formar el diafragma (2,3,5).

Un cierre anormal de los pliegues pleuroperitoneales permite la herniación de vísceras, en la cavidad torácica, lo que interfiere con el desarrollo pulmonar (2,3,5,6).

La etiología de la hernia diafrágica congénita es multifactorial, sin embargo, la mayoría de estos casos suelen ser esporádicos e idiopáticos. Aproximadamente en el 10 % de los pacientes con esta patología, se asocian a anomalías cromosómicas como trisomía 13, 18, 21, síndrome de Charge, síndrome Beckwith-Wiedemann, síndrome de Fryns. La mayoría de los pacientes con hernia diafrágica están afectados por alguna otra anomalía estructural, siendo la más común al sistema cardiovascular (14 %) genitourinaria (7 %) sistema nervioso central (5 %), palatina (2 %) (2).

La fisiopatología de la hernia diafrágica comprende la hipoplasia pulmonar y la herniación de los órganos abdominales, hacia la cavidad torácica. Es común que presenten un conducto arterioso permeable, foramen oval permeable y ausencia de rotación de los intestinos. La trama vascular es hipoplásica, con disminución de las ramas arteriales; además, son más pequeños, con una media y adventicia más gruesas, lo que produce un aumento en las resistencias vasculares pulmonares (1).

La severidad del cuadro se ve relacionada con la afectación cardíaca.

Tabla 1: Frecuencia relativa de Anormalidades cardíacas, en pacientes con HDC

Defecto cardíaco	Frecuencia
Defecto ventricular septal	29 %
Defecto septal atrial	26 %
Coartación aortica	8 %
Corazón izquierdo hipoplásico	7 %
Otros	31 %

Quinney and Wellesley 2018.

Se puede clasificar y predecir la severidad y su supervivencia del caso, dependiendo el tamaño del defecto.

Tabla 2: Clasificación de hernia diafragmática congénita de acuerdo con el tamaño del defecto

Tipo	Defecto
A	Pequeños defectos rodeados por musculo
B	Menos del 50 % de pared torácica con ausencia de tejido diafragmático
C	Mas del 50 % de pared torácica con ausencia de tejido diafragmática
D	Ausencia completa de hemidiafragma

Quinney and Wellesley 2018

Un diagnóstico prenatal por ultrasonografía, confiere mejor pronóstico y opciones de intervención dentro de las que se destaca cirugía abierta, laparoscópica o cierre durante la etapa fetal. No se considera una cirugía de urgencia por lo cual se prefiere estabilización del paciente previo a corrección (2).

Existe poca evidencia del manejo anestésico de elección, lo cual representa un punto clave para la reparación del defecto, siendo que la o las técnicas anestésicas aplicadas durante el procedimiento quirúrgico puede beneficiar, o perjudicar el pronóstico del paciente.

Caso clínico

Se presenta un paciente masculino, de 20 horas de vida extrauterina, con los siguientes diagnósticos:

Hernia diafragmática izquierda, dextrocardia con dextroapex, Hipertensión pulmonar, Conducto arterioso permeable, Hipoplasia pulmonar severa, Arco aórtico hipoplásico.

Antecedentes prenatales: hijo de madre portadora de diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial sistémica, hipotiroidismo, diagnóstico prenatal, por ecocardiografía fetal al cuarto mes de gestación. Obtenida vía abdominal, Capurro de 39 semanas de gestación, peso 3105 gramos, talla 49 centímetros, APGAR - / V, Silverman tres puntos.

Al nacimiento se documenta saturación de 40 %, por lo cual se inicia manejo avanzado de la vía aérea, posteriormente la saturación se incrementó gradual hasta 88 %, se traslada a la terapia intensiva con signos vitales: frecuencia cardiaca (FC) 156 latidos por minuto, frecuencia respiratoria (FR) 52 respiraciones por minuto, tensión arterial (TA) 67/48 mm Hg, temperatura corporal (T) 36.4°C, saturación de oxígeno:

(STO₂) 99 %, glucosa capilar: 76 mg/dL.

Ecocardiograma inicial. Hipoplasia de la válvula aortica, hipoplasia de aorta, hipoplasia de rama pulmonar izquierda, conducto arterioso permeable grande. Cortocircuito bidireccional. Válvula tricúspide levemente displásica, insuficiencia tricúspide a leve, insuficiencia mitral leve, insuficiencia aortica mínima, ventrículo derecho dilatado en su porción medial, foramen oval permeable de 1.6 milímetros, cortocircuito bidireccional, predominantemente izquierda a derecha. Hipertensión pulmonar a nivel sistémico. Presión sistólica arteria pulmonar 89 mm Hg. Disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, por métodos convencionales y avanzados. Con discinesia del septum interventricular. Fracción de eyección de ventrículo izquierdo 52.4 % por Simpson. Disfunción diastólica del ventrículo izquierdo de tipo restrictivo, disfunción sistólica y diastólica de tipo restrictivo del ventrículo derecho.

Tele de tórax: dextrocardia con dextroapex, presencia de asas intestinales en hemitórax izquierdo (figura 1).

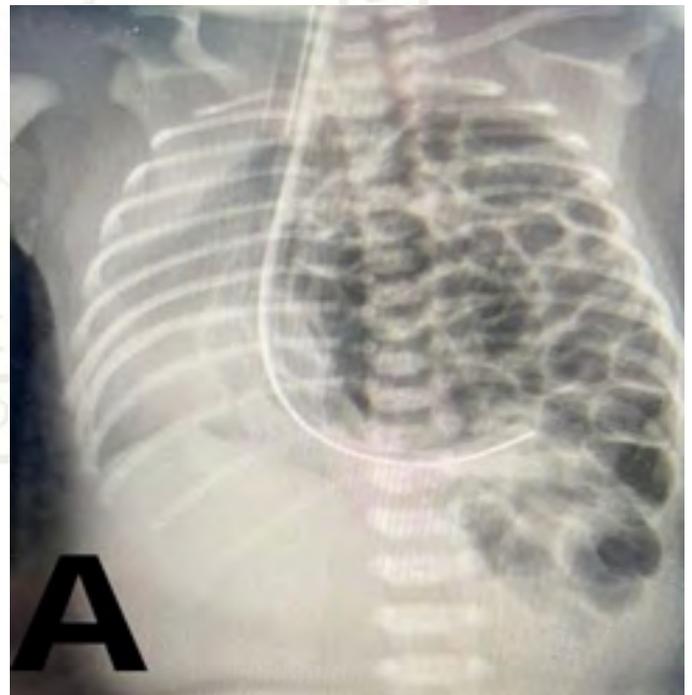


Figura 1: Radiografía AP toracoabdominal inicial. Contenido abdominal en tórax.

Gasometría capilar: pH 7.28, PCO₂ 49.8 mm Hg, HCO₃⁻ 22.7 mm Hg, exceso base -3.9 mmol/L, hemoglobina 13.7 g/dL, potasio 3.7 mmol/L, sodio 134 mmol/L, calcio 1.16 mmol/L,



cloro 104 mmol/L, glucosa 135 mg/dL, lactato 2.4 mmol/L. Valorado por cardiología pediátrica quien refirió la necesidad de corrección de defecto diafragmático, para mejorar condiciones cardiacas, por lo que ingresa a quirófano para plastia diafragmática de urgencia.

Tecnica anestésica: anestesia general balanceada con bloqueo caudal. Monitoreo tipo uno. Se recibe paciente en cuna radiante, oro intubado sonda número 3.5, sin globo, bajo ventilación asistida manualmente con perfusión de fentanilo un $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ más midazolam 140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hora}$ y levosimendán 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$. SPO_2 92 %. Presencia de catete percutáneo y umbilical permeables. Monitoreo no invasivo: TA 65/35 mm Hg FC: 161 lpm, FR: 45 rpm, SPO_2 : 92 %.

Inducción anestésica: Se suspende perfusión de midazolam, se mantiene perfusión de fentanilo a un $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$, se administra bolo 4 mg de rocuronio intravenoso, se inicia sevoflorane a dos volúmenes %. Ventilación mecánica controlado por presión. Presión inspiratoria de 24, frecuencia respiratoria 50 por minuto, I/E 1:1, PEPP 5, FIO_2 50 %.

Se aplicó bloqueo caudal, con ropivacaína 9 mg, con un volumen 3.7 mL (concentración 2.43 %). Rastreo ultrasonográfico de columna vertebral, visualizando anestésico local difundido hasta T5 (figura 2).



Figura 2: Radiografía AP toracoabdominal. Al final de la cirugía.

Mantenimiento: flujo de gases a 2 L/min, FIO_2 40-60 %, sevoflorane dos volúmenes %, fentanilo en perfusión a un $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$, midazolam 140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$, rocuronio en bolos para un total de 12 mg.

Trans anestésico: con apoyo de levosimendán 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. Para mantener tensión arterial 60-40/40-30 mm Hg, FC 110-160 latidos por minuto, frecuencia respiratoria 45-65 respiraciones por minuto (controlada por ventilador), SATO_2 89-92 %, ETCO_2 40-50 mm Hg. Presión Pico inicial 24, máxima trans quirúrgica 26, final 24.

Fármacos adyuvantes intravenosos: paracetamol 31 mg, dexametasona 0.6 mg. Balance hídrico total: ingresos 96.2 mL (cristaloides), egresos: 100.9 mL (sangrado total mínimo, uresis 2.1 mL/kg/h) balance total: -4.7 mL.

Termina procedimiento quirúrgico, radiografía anteroposterior toracoabdominal de control, se visualiza hemitórax izquierdo radiopaco, sin ocupación por asas intestinales (Figura 3). Se entregó paciente a unidad de cuidados neonatales, con signos vitales de tensión arterial 50/30 mm Hg, FC 132 x min, FR 50 x min, SPO_2 94 %. Sin eventualidades.



Figura 3: Radiografía AP toracoabdominal. Después de la extubación

Tiempo anestésico: 3 horas 20 min. Tiempo quirúrgico: 2 horas 10 min.



Radiografía anteroposterior de control a las 24 horas se visualiza adecuada expansión pulmonar bilateral (figura 3). Se extuba a las 48 horas postquirúrgicas, egresa a domicilio, seguimiento por consulta externa.

Discusión:

El diagnóstico oportuno, mediante ultrasonografía del primer trimestre, permitió el rápido envío a unidad de tercer nivel, con consecuente adecuado seguimiento y valoraciones para planificar el nacimiento.

En un metaanálisis publicado en el *Pediatric Surgery International*, sobre la efectividad de la cirugía endoscópica, concluyen que este abordaje se asoció con una mayor tasa de recurrencia que la cirugía abierta, por lo tanto, la toracoscopia no debe ser el abordaje de rutina para todos los recién nacidos (7).

Aunque para el manejo anestésico, se podría considerar que la cirugía abierta, resulta menos agresiva, tomando en cuenta, a las presiones intratorácicas, las técnicas mínimamente invasivas (laparoscópica) se asocian, con una disminución de la enfermedad adherencial postquirúrgica, menor riesgo de recurrencia, una menor duración de la estancia hospitalaria, así como menores complicaciones postquirúrgicas como la hipertensión pulmonar persistente, hemorragia, quilotórax, deformidad de la pared torácica, obstrucción del intestino delgado, derrame pleural, quilotórax e infección del material protésico; por lo que se debe individualizar cada caso (7). *Conforti y colabs*, en un estudio retrospectivo, refieren no existir diferencia significativa, entre ventilación mecánica convencional y por oscilación de alta frecuencia (3). *Quinney, Suzuki, Fennessy, Lizano y Terui*, basados en el consenso europeo de hernia diafragmática congénita, realizan recomendaciones (evidencia d) para el manejo perioperatorio: PINSF <25, PEEP 3-5, frecuencias respiratorias 40-60 rpm, hipercapnia permisiva 50-70 centímetros de agua, FIO₂ al mínimo requerimiento para mantener SPO₂ preductal 80-95 % y postductal >70 % evitando favorecer un "shunt" de derecha a izquierda (1,2,4,5,6).

En nuestro manejo perioperatorio consideramos profundizar plano anestésico, perfusión de fentanilo a un µg/kg/h, sevoflorane a 1.5 volúmenes %, se complementa con bloqueo caudal para disminuir requerimientos de anestésicos y mejorar la analgesia postquirúrgica, rastreado por ultrasonografía, logrando visualizar la

llegada del anestésico local hasta T5. Con este manejo se evitó la necesidad de administrar grandes cantidades de fármacos, con acción vasodilatadora que puedan disminuir la presión arterial sistémica. (Figura 4 y 5).

Conclusiones

Un diagnóstico oportuno, nos permite optimizar las condiciones generales del paciente, previo a la corrección del defecto, a pesar de ser una patología de incidencia relativamente frecuente, existen pocos reportes de manejo perioperatorio anestésico. La correcta ventilación mecánica, mejora el pronóstico cardiopulmonar trans y postoperatorio.

La combinación de anestesia general y bloqueo caudal, permitió una adecuada relajación muscular, manteniendo presiones bajas intraabdominales, e intratorácicas favoreciendo el procedimiento quirúrgico, manteniendo adecuado estado hemodinámico, brindando control analgésico, evitando la respuesta tanto motora como adrenérgica y evitando así crisis de hipertensión pulmonar

Bibliografía:

1. Lizano Villarreal MJ, Arroyo Solís D, Gamboa Hernández F. Hernia diafragmática congénita: una actualización en el abordaje diagnóstico y terapéutico. *Revista Médica Sinergia*, 2023;8(4), e974. doi.org/10.31434/rms.v8i4.974.
2. Quinney M, Wellesley H. Anaesthetic management of patients with a congenital diaphragmatic hernia. *En BJA Education* 2018; 18 (4): 95–101). Elsevier Ltd. doi.org/10.1016/j.bjae.2018.01.001.
3. Suzuki N, Ito H, Sakai S, Hirano K, Tamura K. Perioperative management of congenital diaphragmatic hernia repair in a patient with univentricular circulation: A Case Report. *Cureus*. 2023; doi.org/10.7759/cureus.33338
4. Sekhon M K, Fenton SJ, Yoder BA. Comparison of early postnatal prediction models for survival in congenital diaphragmatic hernia. *Journal of Perinatology* 2019; 39(5): 654–660. doi.org/10.1038/s41372-019-0335-8
5. Przemysław Kosiński, Mirosław Wielgo, Congenital diaphragmatic hernia: pathogenesis, prenatal diagnosis and management. *literature review, via médica* 2017.
6. Fennessy P, Crowe S, Lenihan M, Healy M. Anesthesia consensus on clinical parameters for the timing of surgical repair in congenital diaphragmatic hernia. *En Paediatric Anaesthesia* 2018; 28(8): 751–752). doi.org/10.1111/pan.13459
7. Terui, K, Nagata K, Ito M, et al. Surgical approaches for neonatal congenital diaphragmatic hernia: a systematic



review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int* 2015;31: 891–897. doi.org/10.1007/s00383-015-3765-1

8. Snoek KG, Reiss IK M, Greenough A, Capolupo, I, Urlsberger B, Wessel L, Storme L, Deprest J, Schaible T, Van Heijst A, Tibboel D, Allegaert K, Debeer A, Keijzer R, Benachi A, Tissieres P, Kipfmueller F, Schaible T, Breatnach C, Davenport M. Standardized postnatal management of infants with congenital diaphragmatic hernia in Europe: The CDH EURO Consortium Consensus Update. *Neonatology*, 2016;110(1): 66–74. doi.org/10.1159/000444210
9. Conforti A, et al, Effects of ventilation modalities on near-infrared spectroscopy in surgically corrected CDH infants, *J Pediatr Surg* 2015: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2015.07.021>

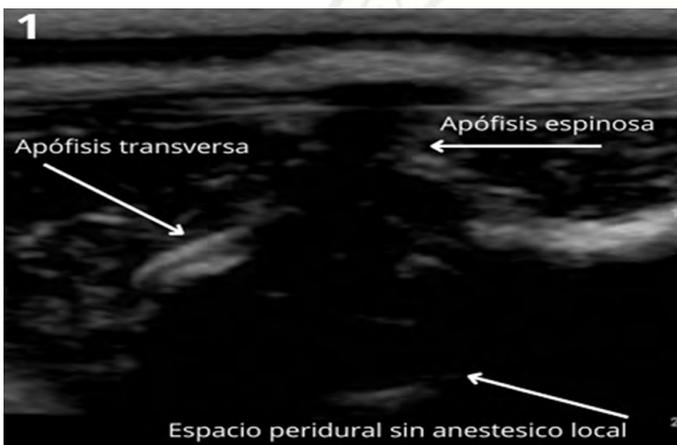


Figura 4: Rastreo ultrasonográfico a nivel de T5. Previo al bloqueo caudal.

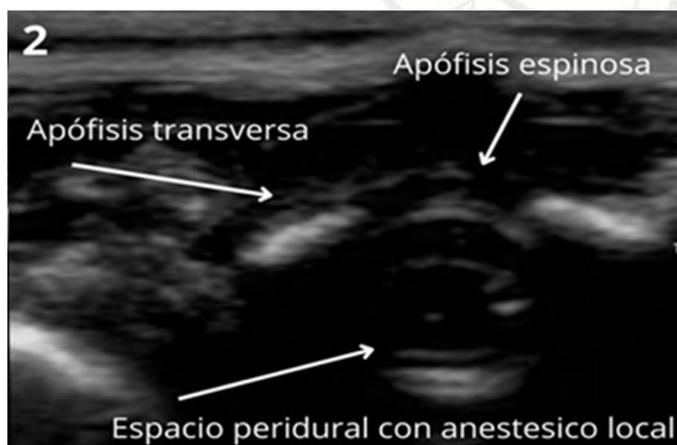


Figura 5: Rastreo ultrasonográfico a nivel de T5. Posterior al bloqueo caudal.