



# Anestesia *en México*

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

Anestesia en México 2026; Volumen 38(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.

### Artículos originales

### Página

1. **Utilidad Clínica de la Distancia Piel-Epiglotis por Ultrasonido Para Predecir Laringoscopia Dificil en Pacientes con Obesidad.** Argelia Trujillo-Coronado, Gerardo Álvarez-Hernández, Francisco Javier Aguilar-Palomares, Alejandro De Esarte-Navarro, Diana Evelyn Villa-Guillén. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-001> ..... 4
2. **Caracterización de la Complejidad de los Casos en Anestesia de Acuerdo con la Puntuación OxAnCo en una Unidad de Tercer Nivel de Atención.** Estibaliz Andrea Hermosillo-García, Janaí Santiago-López, Víctor León-Ramírez, Daniel Roberto Castillo-García. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-002> ..... 12
3. **Comparación de Jeringas con Heparina de Litio y Jeringa Preparada con Heparina Sódica de 1000 UI.** Barradas-Sánchez Felipe de Jesús, Terán-Soto Juan Miguel, Rivera-Mexicano Laura, Molina-Rodríguez Gloria, Huesca-Pizarro Luis Alberto. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-003> ..... 19

### Artículos de Revisión

1. **Clevidipino en Sala de Anestesia: Del Fundamento Farmacológico a la Evidencia Moderna.** Baruvi Gaytán-Fernández. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-004> ..... 23
2. **Evidencia Actual Sobre el Uso de Palmitoiletanolamida Para el Manejo del Dolor Crónico.** Gustavo Adolfo Beas Magdaleno, Silver Balcázar De León, Luz Marina Sotelo Valenzuela. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-005> ..... 30
3. **Propuesta para Evaluar la Vía Aérea en Pediatría "EVAP".** Alemán-Vargas I. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-006> ..... 40
4. **Impacto Diferencial de las Técnicas Endoscópicas Biportal y Monoportal en la Presión de Perfusión Medular: Fundamentos Fisiológicos y Guía Práctica para el Anestesiólogo.** José Luis Álvarez-Juárez. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-007> ..... 52
5. **Actualidades en el Uso de Ultrasonido Clínico en la Anestesiología Moderna: ¿Estamos infravalorando al Quinto Pilar del Examen Físico actual?** López-Martínez Rogelio. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-008> ..... 60

### Reporte de casos

1. **Crisis Epiléptica Intraoperatoria Durante Colocación de Estimulador Cerebral Profundo.** ..... 68  
Arias-Magaña Raúl, Medina-Pineda Mariana, Gutiérrez-Pérez Nancy, Ochoa-Martínez Edith Elizabeth. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-009>
2. **Manejo Perioperatorio en Neurocirugía Híbrida.** Hernández-Martínez Helga Marivilia, Pérez-López Itzel Daniela, Bautista-Ordoñez Samantha, Arias-Magaña Raúl, Alcacio-Mendoza Fernanda Raquel. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-010> ..... 72
3. **El Desafío Anestésico de la Xantocromía en una Paciente Obstétrica. ¿Qué se Esconde Detrás de la Incertidumbre?** Estrada-Naranjo KI, Pereira-Rendón E, Nájera-Jotar C, Hernández-Gómez GM, Torres-Salas AE, Valdez-Monroy L, Muñoz-Pérez VM. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-011> ..... 77



## Tabla de contenido

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

	Página
4. <b>Manejo del Dolor en Paciente Pediátrico con Neurofibromatosis tipo I.</b> Reporte de Caso. Vallejos-Mita Gloria Martha, Duarte-Castro Angelica, Velasco-Pérez Georgina. <a href="https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-012">https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-012</a>	82
5. <b>Fenómeno de Raynaud Durante Monitoria Intraoperatoria.</b> Constanza Ramos, Jesús H Tovar, Jorman H Tejada. <a href="https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-013">https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-013</a>	89
6. <b>Bloqueo de Plexo Braquial Supraclavicular Guiado por Ultrasonido en Cirugía Ortopédica Pediátrica.</b> Lujano-Téllez Mariana Chantal. Peyro-Arenas Laura Helena. <a href="https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-014">https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-014</a>	93
7. <b>Analgesia Multimodal en un Paciente con Condrosarcoma.</b> Diana del Rocío Tobón-Mancilla, Patricia Berenice Bolado-García. Yesenia del Carmen Alonzo-Vera. <a href="https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-015">https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-015</a>	98





## Utilidad Clínica de la Distancia Piel-Epiglotis por Ultrasonido Para Predecir Laringoscopia Difícil en Pacientes con Obesidad

### Clinical Utility of the Ultrasound Skin-to-Epiglottis Distance to Predict Difficult Laryngoscopy in Obese Patients

Argelia Trujillo-Coronado<sup>1</sup>, Gerardo Álvarez-Hernández<sup>2</sup>, Francisco Javier Aguilar-Palomares<sup>3</sup>, Alejandro De Esarte-Navarro<sup>3</sup>, Diana Evelyn Villa-Guillén<sup>3</sup>. <sup>1</sup>Médico Residente de la especialidad de Anestesiología, Hospital General del Estado de Sonora – IMSS Bienestar. Hermosillo, Sonora, México. <sup>2</sup>Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. <sup>3</sup>Hospital General del Estado de Sonora– IMSS Bienestar. Hermosillo, Sonora, México.

**Anestesia en México 2026; 38(1): 4-11.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-001>

*Fecha de recepción octubre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*

[argeliatrujillo13@gmail.com](mailto:argeliatrujillo13@gmail.com)

#### Resumen

La predicción de vía aérea difícil (VAD) en el paciente con obesidad sigue siendo un desafío en la práctica clínica. El ultrasonido preoperatorio (USPO) para medir la distancia piel-epiglotis (DSE) podría ser una herramienta complementaria para predecir la VAD en este tipo de pacientes. Por ello, en el presente trabajo se propone evaluar la utilidad de la DSE por USPO para predecir laringoscopia difícil (LD) en pacientes con obesidad. Métodos: Se diseñó un estudio transversal con 72 adultos programados para cirugía electiva bajo anestesia general. Se midió la DSE mediante USPO y se comparó con la clasificación de Cormack-Lehane (LD: grados III-IV). Se estimaron sensibilidad, especificidad, valores predictivos (VP) y concordancia (Kappa). Resultados: La DSE mostró sensibilidad del 84.6 % (IC95 %: 76.3-93.0), especificidad del 57.6 % (IC95 %: 46.2-69.0), VPN del 94.4 % y VPP del 30.6 %. La precisión global de la DSE por USPO fue del 62.5 % con concordancia Kappa = 0.25. En obesos (IMC  $\geq 30$ ), la

DSE promedio fue mayor (2.85 cm vs. 2.25 cm;  $p < 0.001$ ) y el 85.7 % presentaron DSE  $> 2.5$  cm (punto de corte para LD). Conclusión: La DSE por USPO es útil para descartar LD (alto VPN), especialmente en el paciente obeso, la cual debe complementarse con la evaluación clínica tradicional por parte del especialista para una mayor exactitud y precisión de la predicción de LD. Palabras clave: Ultrasonido, vía aérea difícil, obesidad, laringoscopia, anestesia.

#### Abstract

Introduction: Predicting a difficult airway (DA) in obese patients remains a challenge in clinical practice. Preoperative ultrasound (POUS) to measure the skin-epiglottic distance (SED) could be a complementary tool for predicting DA in these patients. Therefore, this study aims to evaluate the usefulness of SED by POUS for predicting difficult laryngoscopy (DL) in obese patients. Methods: A cross-sectional study was designed with 72 adults scheduled



for elective surgery under general anesthesia. SED was measured using POUS and compared with the classification of (7) (DL: grades III-IV). Sensitivity, specificity, predictive values (PV), and agreement (Kappa) were estimated. Results: The DSE showed a sensitivity of 84.6 % (95 % CI: 76.3–93.0), specificity of 57.6 % (95 % CI: 46.2–69.0), NPV of 94.4 %, and PPV of 30.6 %. The overall accuracy of the USPO DSE was 62.5 % with a Kappa agreement of 0.25. In obese patients (BMI  $\geq 30$ ), the mean DSE was higher (2.85 cm vs. 2.25 cm;  $p < 0.001$ ), and 85.7 % presented with a DSE  $> 2.5$  cm (cutoff point for LDL). Conclusion: The USPO DSE is useful for ruling out LDL (high NPV), especially in obese patients. It should be complemented with traditional clinical evaluation by a specialist for greater accuracy and precision in LDL prediction.

**Keywords:** Ultrasound, difficult airway, obesity, laryngoscopy, anesthesia.

## Introducción

La predicción y manejo de la VAD continúan representando un desafío crítico para la práctica de la anestesiología, con una incidencia global de eventos inesperados estimada entre 5.0 % y 8.0 % (1). Esta problemática se agrava en pacientes con obesidad, donde factores anatómicos como el exceso de tejido adiposo cervical, la reducción de la movilidad atlanto-occipital, y la alteración de los ejes faríngeo-laríngeos incrementan significativamente el riesgo de complicaciones durante la intubación orotraqueal (IOT) (3, 4). El Fourth National Audit Project del Reino Unido reporta que los pacientes con obesidad mórbida (IMC  $\geq 40$ ) presentan hasta cuatro veces más riesgo de VAD durante el manejo anestésico, lo que se asocia a hipoxia severa, daño cerebral, o incluso la muerte (5). En México, la obesidad es un problema de salud pública, con una prevalencia nacional estimada en 36.9 % (ENSANUT 2022), lo que subraya la necesidad de estrategias predictivas más precisas para la VAD (6).

Diversas escalas se utilizan para la evaluación preoperatoria de la VA, como la de Mallampati, Patil-Aldrete, Bellhouse Dore, Cormack-Lehane; sin embargo, presentan limitaciones importantes, por ejemplo, su sensibilidad oscila entre 35 % y 65 %, y están sujetas a variabilidad interobservador, subjetividad en la interpretación, y baja reproducibilidad en contextos de emergencia (8, 17). En pacientes con obesidad, parámetros, como la distancia tiromentoniana o la clasificación de Mallampati, pueden subestimar el riesgo de VAD debido a la distribución adiposa cervical que enmascara estructuras anatómicas clave (18). Esta brecha diagnóstica ha impulsado la

búsqueda de herramientas complementarias, entre las cuales, el ultrasonido preoperatorio (USPO) ha emergido como una alternativa prometedora por su accesibilidad, carácter no invasivo y capacidad para obtener mediciones objetivas, como la distancia piel-epiglotis (DSE) (19, 12).

La DSE, medida en el plano transversal de la membrana tiroidea, refleja la profundidad de estructuras laríngeas críticas. Estudios recientes sugieren que valores  $> 2.5$  cm se asocian con laringoscopia difícil (LD), definida como grados del III o IV en la clasificación de Cormack-Lehane (7). Un metaanálisis de 18 estudios (10) reportó que la DSE tiene una sensibilidad del 64.7 % y una especificidad del 77.1 % para predecir LD, superando a otros parámetros ecográficos, como la distancia hiomental o la piel-cuerdas vocales. No obstante, la heterogeneidad en los puntos de corte (ejemplo. *Pinto et al.* proponen  $> 2.75$  cm) y la falta de estandarización técnica limitan su adopción clínica (11). A ello se suma la ausencia de estudios en población mexicana, donde la elevada prevalencia de obesidad y otras variaciones fenotípicas influirían en la utilidad del USPO para predecir VAD.

En tal contexto, el presente estudio busca contribuir a reducir esta brecha al evaluar la utilidad clínica de la DSE medida por USPO como predictor de LD en pacientes con obesidad atendidos en el Hospital General del Estado de Sonora (HGE). Puede proveer información válida para integrar el USPO en la evaluación preoperatoria y optimizar recursos en hospitales del sector público (p. ej., disponibilidad de videolaringoscopios), reducir eventos adversos y contribuir al desarrollo de protocolos locales basados en evidencia regional.

## Materiales y métodos

### Diseño y población de estudio

Se trata de un estudio transversal realizado en el HGE entre febrero y mayo de 2025. Se incluyó a una muestra no probabilística de 72 adultos programados para cirugía electiva bajo anestesia general, clasificados según índice de masa corporal (IMC) en dos grupos: con obesidad (IMC  $\geq 30$ ) y sin obesidad (IMC  $< 30$ ). Los criterios de exclusión fueron: anomalías anatómicas cervicales, quimioterapia reciente o contraindicaciones anestésicas.

### Procedimientos

*Evaluación clínica de los sujetos seleccionados:* durante la valoración preanestésica realizada por médicos residentes de la especialidad de anestesiología, se aplicaron las escalas de Mallampati, Patil-Aldrete y Bellhouse Dore.



**Medición de DSE por USPO:** se utilizó un ecógrafo MyLab® Gamma con sonda lineal (4-20 MHz). La DSE se midió en posición supina con cuello en posición neutra, desde la piel hasta el borde posterior de la epiglotis, de acuerdo con protocolo estandarizado (12). Se aplicó gel suficiente para evitar compresión tisular, manteniendo el transductor perpendicular a la piel y alineado con marcadores anatómicos (cartílago tiroides). Se consideró riesgo de LD cuando la DSE fue  $>2.5$  cm (10). En todos los sujetos se realizaron tres mediciones consecutivas por el médico anestesiólogo experto en ultrasonido de la vía aérea, registrando el promedio como medida de resumen.

**Laringoscopia intraoperatoria:** tras inducción anestésica estandarizada, se clasificó la visión glótica mediante la escala de Cormack-Lehane, considerando LD cuando se categorizó a los sujetos con los grados III o IV). Para este procedimiento, los anestesiólogos desconocían los resultados del USPO.

## Plan de análisis

Se aplicó estadística descriptiva para caracterizar las variables clínicas y epidemiológicas, utilizando frecuencias relativas y medias geométricas con intervalos de confianza del 95 % (IC 95%). Las comparaciones entre grupos (con y sin obesidad) fueron evaluadas mediante prueba t de Student (variables cuantitativas) y prueba de Chi-cuadrada para variables categóricas. Se empleó prueba de hipótesis de dos colas y valores de  $p < 0.05$  fueron considerados estadísticamente significativos.

Se estimó la validez la DSE ( $>2.5$  cm) para predecir LD (Cormack-Lehane III-IV) mediante el cálculo de los indicadores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, así como la precisión global, estimando sus respectivos IC 95 %. La concordancia entre la DSE y Cormack-Lehane, fue examinada mediante el coeficiente Kappa (IC 95 %), interpretado según Landis y Koch (1977). Además, se construyó una curva ROC y un modelo de regresión logística para determinar la capacidad predictiva de la DSE, reportando razones de momios (OR) con IC 95%. Todos los análisis se ejecutaron con los softwares NCSS® versión 2025 y DATAtab.

## Consideraciones éticas

Todos los procedimientos del estudio recibieron un dictamen favorable del Comité de Ética e Investigación del HGE (CEI 2025-6 y CI 2025-6). Todos los sujetos seleccionados firmaron un consentimiento informado por escrito.

## Resultados

### Características de la población de estudio

La muestra inicial incluyó a 102 sujetos de acuerdo con el flujograma. La muestra final del estudio estuvo conformada por 72 sujetos. De éstos, 39 % ( $n=28$ ) fueron clasificados en el grupo con obesidad (grupo I), el resto (61 %; 44) constituyó al grupo II (sin obesidad). Con respecto de sus características sociodemográficas y de estado corporal, no observamos diferencia significativa ( $p=0.2417$ ) en la edad promedio, aunque al categorizarlos en pacientes  $\geq 60$  años y menores de 60, se apreció una mayor proporción (27.3 %) de adultos de 60 y más años en el grupo sin obesidad que en el de obesidad, la diferencia fue significativa ( $p=0.0354$ ). El IMC promedio en pacientes con obesidad fue 35.6 vs. 24.1 en pacientes sin obesidad ( $p<0.001$ ) (Tabla 1).

Tabla 1: Características sociodemográficas

Variable	Obesidad ( $n=28$ ) (39 %)	Sin obesidad ( $n=44$ ) (61 %)	P 1/
Edad (años)	38.8 (34.1-44.2)	41.7 (36.5-47.6)	0.245
Peso (kg)	99.9 (92.9-107.5)	66.7(62.7-70.9)	$<0.001^*$
IMC	35.6 (31.4-37.9)	23.8(22.6-25.1)	$<0.001^*$
Sexo			
Masculino	11 (39.3 %)	26 (59.1 %)	
Femenino	17 (60.7 %)	17 (40.9 %)	
Edad (años) agrupada			
60 y más	2 (7.1)	12 (27.3 %)	0.0354
Menores de 60	26 (92.9)	34 (72.7 %)	

1/ Prueba de T de Student; #/Prueba de chi-cuadrada de Pearson

### Incidencia de VAD por pruebas clínicas

Independientemente de la escala de clasificación empleada, se observó una mayor incidencia de VAD en el grupo con obesidad en comparación con el grupo sin obesidad. Según la escala de Mallampati, el 60.7 % de los pacientes con obesidad presentaron VAD, versus 27.3 % de los pacientes sin obesidad ( $p=0.0048$ ). La clasificación de Patil-Aldreti





identificó VAD en el 46.4 % de los pacientes con obesidad versus el 18.2 % en el grupo II ( $p=0.0102$ ). Por su parte, la escala de Bellhouse-Dore registró limitaciones anatómicas ( $\geq 1/3$  de restricción) en el 46.5 % de los sujetos con obesidad, una proporción mayor al 20.5 % encontrado en los sujetos del grupo II ( $p=0.0455$ ). Estas diferencias respaldan que la obesidad incrementa la frecuencia de VAD identificable mediante parámetros clínicos preoperatorios. Los detalles se despliegan en la (Tabla 2).

**Tabla 2: Distribución de la incidencia de VAD. Según el estado corporal.**

Variable	N (%)		p <sup>1/</sup>
	Obesidad (n=28) [39%]	Sin obesidad (n=44) [61%]	
Mallampati			
Con VAD	17 (60.7)	12 (27.3)	0.0048*
Sin VAD	11 (39.3)	32 (72.7)	
Patil Aldreti			
Con VAD	13 (46.4)	8 (18.2)	0.0102*
Sin VAD	15 (53.6)	36 (81.8)	
Belthouse- Dore			
Dos tercios de limitación	1 (3.6)	0 (0.0)	0.0455*
Un tercio de limitación	12 (42.9)	9 (20.5)	
Sin limitación	15 (53.6)	35 (79.5)	

<sup>1/</sup> Prueba de chi-cuadrada de Pearson \* Estadísticamente significativo al 95 % de confianza

## Desempeño de la DSE por USPO

La medición ultrasonográfica de la DSE mostró diferencias significativas entre los grupos. Los pacientes con obesidad registraron una DSE promedio de 2.85 cm (IC 95 %: 2.70-3.02), superior a la observada en los pacientes sin obesidad (2.25 cm; IC 95 %: 2.13-2.38), dicha diferencia fue significativa ( $p<0.001$ ). Al aplicar el punto de corte  $>2.5$  cm propuesto por Carsetti *et al.* (10), el 85.7 % de los pacientes con obesidad fueron clasificados con riesgo de LD frente al 18.2 % en los pacientes sin obesidad ( $p<0.001$ ). Sin embargo, la incidencia de LD confirmada intraoperatoriamente mediante la escala de Cormack-Lehane (grados III-IV) fue mayor en pacientes con obesidad (25.0 % vs. 13.6 %), aunque la diferencia no fue significativa ( $p=0.2207$ ). (Tabla 3).

**Tabla 3: Distribución de acuerdo con la distancia de la piel a la epiglotis, y la clasificación de Cormack-Lehane, según estado corporal.**

Variable	N (%)		P <sup>#/</sup>
	Obesidad (n=28) [39%]	Sin obesidad (n=44) [61%]	
DSE [(media geométrica) (IC95%)]	2.85 (2.70, 3.02)	2.25 (2.13, 2.38)	<0.001*
DSE <sup>1/</sup>			
Con LD (≥ 2.75 cm)	19 (67.8)	8 (27.3)	<0.001*
Sin LD (< 2.75 cm)	9 (32.4)	36 (72.7)	
DSE <sup>2/</sup>			
Con LD (≥ 2.5 cm)	24 (85.7)	12 (18.2)	<0.001*
Sin LD (<2.4 cm)	4 (14.3)	32 (81.8)	
Cormack Lehane (categorías)			
I	15 (53.6)	22 (50.0)	0.1448
II	6 (21.4)	16 (36.4)	
III	7 (25.0)	4 (9.1)	
IV	0 (0.0)	2 (4.5)	
Cormack Lehane (Dicotómico)			
Con LD (integra categorías III y IV)	7 (25.0)	6 (13.6)	0.2207
Sin LD (incluye categorías I y II)	21(75.0)	38 (86.4)	

1/ Prueba de chi-cuadrada de Pearson. /1 Basado en Pinto, et al. 2016 /2 Basado en Carsetti, et al. 2022

## Eventos Adversos

Durante el manejo anestésico, los pacientes con obesidad presentaron una incidencia mayor de eventos adversos en comparación con aquellos sin obesidad. La desaturación de oxígeno ( $SpO_2 <94$  %) se observó en el 28.6 % de los pacientes con obesidad, comparada con el 6.8 % en el grupo II ( $p=0.0124$ ). Asimismo, el 28.6 % de los sujetos del grupo I desarrolló arritmias cardíacas, una proporción mayor al 9.1 % del grupo II ( $p=0.0306$ ). Se observó una tendencia no



significativa hacia un mayor uso de dispositivos adicionales para la intubación pacientes con obesidad (21.4 % vs. 6.8 %;  $p=0.0676$ ). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la intubación esofágica, ventilación difícil, o número de intentos de intubación (Tabla 4).

Tabla 4: Distribución proporcional de eventos relacionados con vía aérea difícil, según estado corporal.

Variable	N (%)		p <sup>1</sup>
	Pacientes con obesidad (n=28) [39%]	Pacientes sin obesidad (n=44) [61%]	
Número de intentos de IOT			
1	21 (75)	36 (81.8)	0.4138
2	6 (21.4)	8 (18.2)	
3	1 (3.6)	0 (0.0)	
Uso de dispositivo adicional para IOT			
Si	6 (21.4)	3 (6.8)	0.0676
No	22 (78.6)	41 (93.2)	
Tipo de dispositivo adicional requerido para IOT			
Videolaringoscopio	5 (17.9)	3 (6.8)	0.1418
Fibroscopio	1 (3.6)	0 (0.0)	
Mascarilla laríngea	0 (0.0)	0 (0.0)	
Ninguno (solo laringoscopio convencional)	22 (78.6)	41 (93.2)	
Saturación arterial de oxígeno			
>95%	20 (71.4)	41 (93.2)	0.0124*
<94%	8 (28.6)	3 (6.8)	
Ventilación difícil			
Si	7 (25.0)	5 (11.4)	0.1301
No	21 (75.0)	39 (88.6)	
Arritmia cardíaca			
No	20 (71.4)	40 (90.9)	0.0306*
Si	8 (28.6)	4 (9.1)	

## BURP

Si	11 (39.7)	18 (40.9)	0.8911
No	17 (60.7)	26 (59.1)	

<sup>1/</sup> Basado en una prueba de chi-cuadrada de Pearson

BURP: (Backward, upward, rightward pressure) [Presión hacia atrás, hacia arriba y hacia la derecha]. IOT (intubación orotraqueal)

## Utilidad clínica de la DSE para Predecir LD

La distancia piel-epiglotis (DSE >2.5 cm) mostró una sensibilidad del 84.6 % (IC 95 %: 76.3-93.0) y una especificidad del 57.6 % (IC 95%: 46.2-69.0) para identificar LD. El valor predictivo positivo (VPP) de 30.6 % (IC 95 %: 19.9-41.2), mientras que el valor predictivo negativo (VPN) de 94.4 % (IC 95 %: 89.1-99.7). La precisión global del método fue del 62.5 %. La concordancia entre la DSE y la clasificación intraoperatoria de Cormack-Lehane –considerada como el estándar de oro– tuvo un coeficiente de Kappa de 0.25 (IC 95 %: 15.0-35.0), lo que indica que existe una concordancia limitada entre la predicción ecográfica y la evaluación directa durante la laringoscopia en este tipo de pacientes (Tabla 5).

Tabla 5. Indicadores de validez y confiabilidad de la DSE comparado con la prueba clínica de Cormack Lehane

DSE	Cormack Lehane		
	Positivo	Negativo	Total
Positivo	11	25	36
Negativo	2	34	36
Total	13	59	72

Indicador	Valor (%)	IC 95%
Sensibilidad	84.6	(76.3, 93.0)
Especificidad	57.6	(46.2, 69.0)
Valor predictivo positivo	30.6	(19.9, 41.2)
Valor predictivo negativo	94.4	(89.1, 99.7)





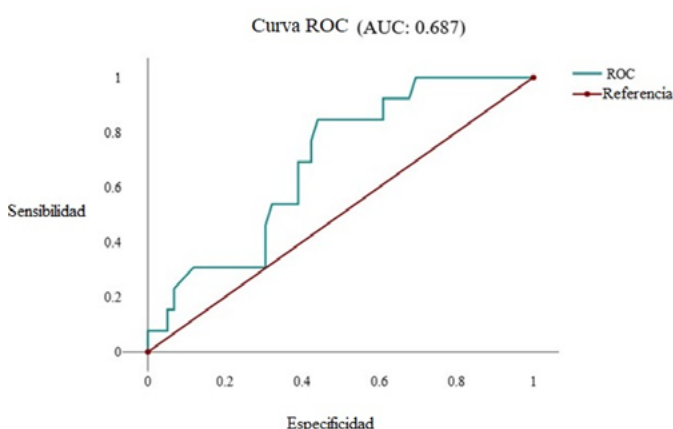
Tasa de falsos positivos	42.4	(31.0, 53.8)
Tasa de falsos negativos	15.4	(7.0, 23.7)
Precisión	62.5	(51.3, 73.7)
Concordancia <sup>1/</sup>	25.0	(15.0, 35.0)

1/ Estimada mediante el coeficiente de Kappa.

## Capacidad Predictiva de la DSE

El modelo de regresión logística ( $X^2=5.27$ ,  $p=0.022$ ) mostró que la DSE es un predictor independiente de LD, con una razón de momios = 4.16; IC 95 %: 1.15-15.0, cuadruplicando el riesgo de LD por cada aumento de 1 cm en la DSE. Por su parte, la curva ROC evidenció una capacidad discriminatoria aceptable. El punto de corte >2.5 cm mostró una alta especificidad (100 %) pero baja sensibilidad (7.69 %) para la clasificación de casos reales, lo que subraya su utilidad para descartar LD (probabilidad del 94.4 % con DSE negativa) más que para confirmarla. La curva ROC evidenció una capacidad discriminatoria moderada (AUC = 0.687), mostrando la relación entre sensibilidad y 1 – especificidad para diferentes puntos de corte de la DSE (Figura 1).

**Figura 1.** Curva ROC de la distancia de la piel a la epiglotis



El modelo de regresión logística generó la siguiente ecuación para predecir laringoscopia difícil (LD):

En donde:

$p$ : Probabilidad de que ocurra laringoscopia difícil (LD = 1).

-5.26: Intercepto (constante)

1.42: Coeficiente de la variable DSE

DSE: Valor numérico de la distancia piel-epiglotis (en cm)  
Por ejemplo, en un paciente con obesidad y DSE de 3.0 cm (valor superior al punto de corte >2.5 cm), el cálculo sería:

Lo que corresponde a una probabilidad del 26.9 %. Este resultado indica que, aunque el paciente tiene DSE elevada, la probabilidad de LD no es absoluta, respaldando la necesidad de combinar el USPO con evaluación clínica para decisiones seguras.

## Discusión

### Hallazgos Principales y Consistencia con la Literatura

Los hallazgos del estudio confirman que la DSE medida por USPO posee un alto valor predictivo negativo (VPN: 94.4 %), lo que la convierte en una herramienta útil para descartar laringoscopia difícil (LD) en pacientes con obesidad. Esto implica que una DSE <2.5 cm puede descartar el riesgo de LD. Este resultado es consistente con estudios previos en poblaciones internacionales (11, 2) y respalda su utilidad como método de cribado preoperatorio.

La mayor DSE observada en pacientes con obesidad (2.85 cm vs. 2.25 cm) se asocia con una mayor incidencia de LD, atribuible a cambios anatómicos como el aumento de tejido adiposo submentoniano y pretraqueal, que profundiza la posición de la epiglotis (13,20). Además, identificamos que cada incremento de un centímetro en DSE aumenta 4.16 veces el riesgo de LD, lo que valida su valor como marcador cuantitativo independiente (14). No obstante, el punto de corte >2.5 cm procede de estudios internacionales y no ha sido validado en población mexicana. Dada la heterogeneidad morfológica de esta población (6), es necesario establecer umbrales diagnósticos locales para mejorar la precisión del método.

## Limitaciones del USPO y

### Discrepancias con el Estándar de Oro

A pesar de su alto VPN, la especificidad moderada (57.6 %) y el bajo VPP (30.6 %) indican que la DSE no debe usarse de forma aislada para predecir VAD. Factores como la variabilidad interobservador en la medición ecográfica y la movilidad cervical intraoperatoria —no capturada en el USPO— pueden generar falsos positivos (15), lo que explica la concordancia “justa” con Cormack-Lehane (Kappa=0.25), escala que incorpora elementos dinámicos, como la apertura mandibular y la efectividad de maniobras externas (16).



Además, la discrepancia entre puntos de corte (2.5 cm vs. 2.75 cm) refleja la necesidad de estandarización. Mientras Carsetti et al. (10) proponen >2.5 cm para una mayor sensibilidad, Pinto et al. (22) sugieren >2.75 cm para mejorar la especificidad, un compromiso también observado por Udayakumar et al. (21). Nuestros hallazgos refuerzan que la DSE tiene una correlación moderada con el estándar intraoperatorio y que debe integrarse con otras herramientas clínicas para una evaluación más precisa.

### Implicaciones Clínicas en el Contexto Mexicano

En México, donde 75.2 % de los adultos presentan exceso de peso y de ellos, 36.9 % obesidad (6), la evaluación preoperatoria de la VA en esta población representa un reto clínico relevante. Nuestros hallazgos respaldan la integración del USPO como herramienta complementaria, ya que

- Reduce eventos adversos: La obesidad se asoció con mayor desaturación (28.6 % vs. 6.8 %;  $p = 0.0124$ ) y arritmias (28.6 % vs. 9.1 %;  $p = 0.0306$ ), complicaciones prevenibles con una evaluación anticipada.
- Optimiza recursos: Una DSE >2.5 cm puede activar protocolos de VAD, reduciendo el uso emergente de dispositivos adicionales (21.4 % en obesos).
- Complementa escalas clínicas: La baja concordancia entre Mallampati y Cormack-Lehane (60.7 %) en pacientes con obesidad refuerza la necesidad de herramientas objetivas como la ecografía.

### Recomendaciones para la Práctica Clínica

De acuerdo a los resultados obtenidos, se propone un algoritmo para la evaluación de VAD en casos de obesidad:

1. Valoración inicial con escalas clínicas (Mallampati + Patil-Aldreti + Bellhouse Dore).
2. Si el IMC  $\geq 30$ : Medición de DSE por USPO.  
DSE <2.5 cm: Intubación convencional.  
DSE >2.5 cm: Preparar videolaringoscopio y equipo de VAD.
3. En casos borderline (DSE: 2.4-2.6 cm), se recomienda combinar la medición de DSE por USPO con una evaluación dinámica de la movilidad cervical. (23-25)

### Limitaciones del Estudio

Este estudio presenta algunas limitaciones. El tamaño muestral impidió un análisis estratificado por grados

de obesidad, lo que impidió la evaluación de la DSE en subgrupos de mayor riesgo. La medición ecográfica fue realizada por un único operador entrenado, sin análisis de concordancia interobservador, lo que restringe la validez externa de los resultados. Además, el uso exclusivo del ecógrafo MyLab® Gamma limita la aplicabilidad en entornos con diferentes equipos, lo que resalta la necesidad de estudios multicéntricos que evalúen la reproducibilidad interequipos.

Finalmente, el punto de corte utilizado (>2.5 cm) no ha sido validado en población mexicana, lo que podría afectar la precisión diagnóstica. Futuros estudios deberían incluir múltiples operadores, diferentes dispositivos y una estratificación por grados de obesidad para fortalecer la validez externa de los hallazgos.

### Conclusión

La medición ecográfica de la distancia DSE mediante USPO puede ser útil para descartar laringoscopia difícil (LD) en pacientes con obesidad, evidenciado por su alto valor predictivo negativo (94.4 %). Sin embargo, su baja sensibilidad (7.69 %), especificidad moderada (57.6 %) y limitada concordancia con Cormack-Lehane (Kappa = 0.25) indican que debe utilizarse como complemento, no como sustituto, de la evaluación clínica tradicional.

Declaración de Conflictos de Interés. Ninguno por declarar. Agradecimientos

Agradezco al Hospital General del Estado de Sonora por brindarme las facilidades necesarias para la realización de este estudio. Asimismo, expreso mi profundo reconocimiento a mi equipo de colaboración, cuyo apoyo constante y compromiso fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación.

### Referencias

1. Jung H. A comprehensive review of difficult airway management strategies for patient safety. *Anesth Pain Med.* 2023;18(4):331-9. DOI: 10.17085/apm.23123
2. Altinsoy KE, Bayhan BU. Ultrasound-measured skin-to-epiglottis distance as a predictor of difficult intubation in obese patients: A prospective observational study. *Journal of Clinical Medicine.* 2025;14(6):2092. DOI: 10.3390/jcm14062092
3. Shaw M, Waiting J, Barraclough L, Ting K, Jeans J, Black B, et al. Airway events in obese vs non-obese elective surgical patients: A cross-sectional observational study. *Anaesthesia.* 2021;76(12):1585-92. DOI: 10.1111/anae.15513



4. Thota B, Jan KM, Oh MW, Moon TS. Airway management in patients with obesity. *Saudi J Anaesth.* 2022;16(1):76-81. DOI: 10.4103/sja.sja\_351\_21
5. Cook TM, Woodall N, Frerk C. Major complications of airway management in the UK: Results of the Fourth National Audit Project. *Br J Anaesth.* 2011;106(5):617-31. DOI: 10.1093/bja/aer058
6. Campos-Nonato I, Galván-Valencia Ó, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Barquera S. Prevalencia de obesidad en adultos mexicanos: Ensanut 2022. *Salud Publica Mex.* 2023;65:S238-S247. DOI: 10.21149/14809
7. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia.* 1984;39(11):1105-11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6507827/>
8. Srinivasan C. Comparison of validity of airway assessment tests for predicting difficult intubation. *Indian Anaesthetists Forum.* 2017;18(2):63. DOI: 10.4103/jfmpc.jfmpc\_1068\_19
9. Casey JD, Janz DR, Russell DW, Vonderhaar DJ, Joffe AM, Dischert KM, et al. Bag-mask ventilation during tracheal intubation of critically ill adults. *N Engl J Med.* 2019;380(9):811-21. DOI: 10.1056/NEJMoa1812405
10. Carsetti A, Sorbello M, Adrario E, Donati A, Falcetta S. Airway ultrasound as predictor of difficult direct laryngoscopy: A systematic review. *Anesth Analg.* 2022;134(4):740-50. DOI: 10.1213/ANE.0000000000005839
11. Prathep S, Jitpakdee W, Woraathasin W, Oofuvong M. Predicting difficult laryngoscopy in morbidly obese Thai patients by ultrasound. *BMC Anesthesiol.* 2022;22(1):1-9. DOI: 10.1186/s12871-022-01685-7
12. Dabo-Trubelja A. Point-of-care ultrasound: A review of ultrasound parameters for predicting difficult airways. *J Vis Exp.* 2023;(194):e64648. DOI: 10.3791/64648
13. Ezri T, Szmuk P, Warters RD, Saad-Eddin H, Katz J, Hagberg C. The incidence of class "zero" airway in anesthetized patients. *Anesth Analg.* 2003;96(1):132-5. DOI: 10.1097/00000539-200110000-00055
14. Martínez-García A, Guerrero-Orriach JL, Pino-Gálvez MA. Ultrasonography for predicting difficult laryngoscopy. *J Clin Monit Comput.* 2021;35:269-77. DOI: 10.1007/s10877-020-00467-1
15. Parameswari A, Govind M, Vakamudi M. Correlation between preoperative ultrasonographic airway assessment and laryngoscopic view. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2017;33(3):353-8. DOI: 10.4103/joacp.JOACP\_166\_17
16. Heidegger T. Management of the difficult airway. *N Engl J Med.* 2021;384(19):1836-47. DOI: 10.1056/NEJMra1916801
17. Roth D, Pace NL, Lee A, Hovhannisyan K, Warenits AM, Arrich J, Herkner H. Airway physical examination tests for detection of difficult airway management in apparently normal adult patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;5:CD008874. DOI: 10.1002/14651858.CD008874.pub2
18. Brodsky JB, Lemmens HJ, Brock-Utne JG, Vierra M, Saidman LJ. Morbid obesity and tracheal intubation. *Anesth Analg.* 2002;94(3):732-6. DOI: 10.1097/00000539-200203000-00047
19. Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55(10):1155-73. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2011.02518.x
20. Wojtczak JA. Submandibular sonography: Assessment of hyomental distances and ratio, tongue size, and floor of the mouth musculature using portable sonography. *J Ultrasound Med.* 2012;31(4):523-8.
21. Udayakumar GS, Priya L, Narayanan V. Comparison of ultrasound parameters and clinical parameters in airway assessment for prediction of difficult laryngoscopy and intubation: An observational study. *Cureus.* 2023;15(7):e41392. DOI: 10.7759/cureus.41392
22. Pinto J, Cordeiro L, Pereira C, Gama R, Fernandes HL, Assunção J. Predicting difficult laryngoscopy using ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis. *J Crit Care.* 2016;33:26-31.
23. Gohad R, Jain S. The use of point-of-care ultrasound (POCUS) in anesthesiology: a narrative review. *Cureus.* 2024;16(9):e70039. doi:10.7759/cureus.70039
24. Eissa M, Lessard G, Morales J, Rajaleelan W. Point-of-care ultrasound (PoCUS) in low- and middle-income countries. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2025;[Epub ahead of print]. doi:10.1016/j.bpa.2025.11.005
25. Rominger AH, Gomez GAA, Elliott P. The implementation of a longitudinal POCUS curriculum for physicians working at rural outpatient clinics in Chiapas, Mexico. *Crit Ultrasound J.* 2018;10(1):19. doi:10.1186/s13089-018-0101-8





## Caracterización de la Complejidad de los Casos en Anestesia de Acuerdo con la Puntuación OxAnCo en una Unidad de Tercer Nivel de Atención.

### Characterization of the Complexity of Anesthesia Cases According to the OxAnCo Score in a Tertiary Care Unit.

<sup>1</sup>Estibaliz Andrea Hermosillo-García. <sup>2</sup>Janaí Santiago-López. <sup>3</sup>Víctor León-Ramírez, <sup>4</sup>Daniel Roberto Castillo-García. <sup>1</sup>Residente de Anestesiología del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional “Siglo XXI” del Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México. <sup>2</sup>Neurocardioanestesiólogo, Médico adscrito al departamento de Anestesiología del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional “Siglo XXI” del Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9278-1590>, <sup>3</sup>Anestesiólogo Cardiovascular Pediátrico, Coordinador clínico de turno del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional “Siglo XXI” del Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3213-5650>. <sup>4</sup>Anestesiólogo Pediatra, Médico adscrito al departamento de Anestesiología del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional “Siglo XXI” del Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5094-841X>

**Anestesia en México 2026; 38(1): 12-18.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-002>

Fecha de recepción junio 2025, fecha de revisión julio 2025, fecha de publicación enero 2026.

[janai\\_santiago@yahoo.com.mx](mailto:janai_santiago@yahoo.com.mx)

#### Resumen

**Introducción:** La creciente demanda de servicios quirúrgicos y anestésicos ha impulsado la necesidad de optimizar la asignación de casos y la gestión de la fuerza laboral. Para implementar estas estrategias con seguridad, es indispensable contar con herramientas objetivas que permitan estimar la complejidad anestésica. La puntuación de Complejidad Anestésica de Oxford (OxAnCo) integra factores del paciente, de la anestesia, de la cirugía y del sistema, diferenciándose de

las escalas tradicionales centradas en riesgo o condición física. **Objetivo:** Caracterizar la complejidad de los casos en anestesia mediante la puntuación OxAnCo en una unidad de atención terciaria. **Métodos:** Se evaluaron 1,248 pacientes sometidos a cirugía durante un mes. Se recolectaron variables del paciente, anestesia, cirugía y sistema. Se calculó la puntuación OxAnCo para cada caso. Se empleó estadística descriptiva. **Resultados:** La mediana de la puntuación OxAnCo fue 18 (17–20), sin registros de casos clasificados como baja complejidad (<15 puntos).



**Conclusión:** La puntuación OxAnCo es una herramienta objetiva y reproducible que permite caracterizar la complejidad técnica y cognitiva de los procedimientos anestésicos, facilitando la asignación racional de casos y la planeación operativa en anestesiología.

**Palabras clave:** Complejidad anestésica; OxAnCo; fuerza laboral en anestesia; seguridad perioperatoria.

## Abstract

Growing demand for surgical and anesthetic services has intensified the need to optimize case assignment and workforce management. Ensuring the safe implementation of these strategies requires objective tools capable of estimating anesthetic complexity with precision. The Oxford Anesthetic Complexity Score (OxAnCo) incorporates patient-related, anesthetic, surgical, and system-level factors, distinguishing it from traditional scales that focus primarily on perioperative risk or physical status. The purpose of this study was to characterize anesthetic case complexity in a tertiary care setting using the OxAnCo scoring system. A total of 1,248 surgical patients were evaluated over a one-month period, and variables pertaining to the patient, anesthetic technique, surgical procedure, and institutional context were collected. OxAnCo scores were calculated individually, and descriptive statistics were applied. The median OxAnCo score was 18 (interquartile range, 17–20), and no cases met the criteria for low complexity (<15 points). These findings support the role of OxAnCo as an objective and reproducible method for delineating the technical and cognitive demands of anesthetic practice, thereby facilitating rational case allocation and operational planning within anesthesiology.

**Keywords:** anesthetic complexity; OxAnCo; anesthesia workforce; perioperative safety; surgical planning.

## Introducción

A nivel global, una proporción significativa de la población carece de acceso a atención quirúrgica segura, oportuna y asequible, lo que constituye un problema crítico de salud pública, especialmente en países de ingresos bajos y medios (PIBM) [1-3]. Esta limitación no solo obedece a la insuficiencia de infraestructura hospitalaria, sino también a una profunda crisis de recursos humanos especializados, particularmente en el área de anestesiología [2,4].

Los anestesiólogos son actores clave en la prestación de atención quirúrgica y en el manejo de pacientes críticamente enfermos. Su presencia es fundamental

para garantizar procedimientos seguros y resultados clínicos óptimos.[4,5] La anestesia segura constituye un pilar esencial en la calidad asistencial, y exige un entorno institucional que cumpla con estándares mínimos bien definidos.[6,7] En este contexto, la Federación Mundial de Sociedades de Anestesiólogos (WFSA) ha establecido estándares internacionales para la práctica segura de la anestesia, incluyendo competencias clínicas adecuadas, protocolos de actuación según nivel asistencial y monitoreo apropiado [8,9].

Sin embargo, existe una evidente discordancia entre la demanda creciente de procedimientos quirúrgicos y la disponibilidad de anestesiólogos certificados. Esta brecha se ha documentado en numerosos países, donde la densidad de especialistas en anestesiología es insuficiente y su distribución geográfica resulta inequitativa [10–14]. Particularmente en Latinoamérica, los sistemas de salud enfrentan dificultades para sostener una fuerza laboral anestésica suficiente, situación que en México se traduce en una plantilla estimada de apenas 12,000 anestesiólogos para atender a una población nacional de más de 120 millones de personas (15,16)

Como respuesta a esta insuficiencia, muchos hospitales recurren a esquemas mixtos de atención que involucran a residentes de anestesiología y proveedores no médicos, como técnicos o enfermeros especializados en anestesia (17). Esta estructura de personal heterogénea plantea desafíos tanto en la asignación de casos clínicos como en la garantía de estándares de seguridad perioperatoria (18).

Para abordar esta problemática, es necesario contar con herramientas objetivas que permitan caracterizar la complejidad de los casos anestésicos y, con ello, distribuirlos conforme al nivel de pericia del proveedor disponible. En este sentido, la puntuación de Complejidad Anestésica de Oxford (OxAnCo) ha sido propuesta como una alternativa innovadora, al integrar dimensiones clínicas del paciente, características del procedimiento quirúrgico, aspectos anestésicos y requerimientos sistémicos.[19] Esta escala, validada mediante el análisis de 688 procedimientos anestésicos en seis hospitales y evaluada por 167 anestesiólogos categorizados en cuatro niveles de formación, demostró un rendimiento diagnóstico adecuado (sensibilidad: 0.77; especificidad: 0.68; AUC: 0.84) (19).

En el contexto mexicano, donde persiste la retórica gubernamental de contención presupuestaria y austeridad institucional, la expansión de la fuerza laboral



especializada enfrenta obstáculos estructurales. (16) En consecuencia, resulta urgente adoptar estrategias de redistribución racional de casos clínicos que consideren la complejidad objetiva y el nivel de experiencia del profesional que los atiende (20).

Bajo esta premisa, el presente estudio se propuso caracterizar la complejidad de los casos anestésicos en una unidad de tercer nivel del sistema nacional de salud en México, utilizando la puntuación OxAnCo como instrumento de referencia.

## Material y métodos

Se realizó un estudio transversal descriptivo cuyo propósito fue caracterizar la complejidad de los casos anestésicos en una unidad de tercer nivel empleando la escala OxAnCo. Se analizaron los registros clínicos de 1,248 pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos con participación del equipo de anestesia. El protocolo fue previamente aprobado por el Comité Local de Investigación en Salud (CLIS) del Instituto Mexicano del Seguro Social, con número de folio F-2023-3601-274 y número de registro R-2023-3601-268, en cumplimiento con los principios éticos nacionales e internacionales aplicables a la investigación en seres humanos.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos, que fueron sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia entre el 1 de julio de 2022 y el 30 de junio de 2023 en un hospital de alta especialidad del IMSS. Se excluyeron aquellos expedientes clínicos que presentaban carencias estructurales en el "Registro de anestesia y recuperación" (formato institucional 320-001-3013-01), impidiendo la recolección completa de las variables necesarias para el análisis.

La población de estudio se obtuvo mediante una revisión sistemática del Sistema de Registro de la Oportunidad Quirúrgica (INDOQ), del cual se extrajeron los listados de pacientes intervenidos durante el periodo de interés, incluyendo nombre y número de seguridad social. Posteriormente, se procedió a localizar los expedientes físicos en el Departamento de Archivo Clínico, donde se revisaron las notas operatorias y los registros anestésicos institucionales para aplicar los criterios de inclusión y eliminación. Este proceso fue ejecutado íntegramente por un médico residente en formación en anestesiología.

Las variables recolectadas se agruparon en cuatro dominios conforme a la estructura del puntaje OxAnCo (19).

1. Variables del paciente: edad (años), índice de masa

corporal (IMC), estado físico según la clasificación de la American Society of Anesthesiologists (ASA), dificultades en la comunicación, accesos venosos y predicción de dificultad en la vía aérea.

2. Variables anestésicas: tipo de técnica anestésica (sedación, general, neuroaxial, raquídea o combinada), uso de técnicas adicionales (monitoreo invasivo, exclusión pulmonar, derivación cardiopulmonar), volumen de sangrado, volumen transfundido y duración total de la anestesia.
3. Variables quirúrgicas: tipo de cirugía (mayor, intermedia o menor), prioridad (electiva o de urgencia), especialidad tratante, abordaje quirúrgico (abierto o laparoscópico) y duración del procedimiento quirúrgico.
4. Variables de sistema: requerimiento de cuidados intensivos postoperatorios.

Cada uno de estos ítems fue ponderado según la matriz de puntuación descrita en la validación original de *OxAnCo*, en la que las puntuaciones posibles oscilan entre un mínimo de 15 (baja complejidad) y un máximo de 50 (alta complejidad) (19).

La información obtenida fue transcrita en un instrumento de recolección estructurado y posteriormente volcada a una base de datos electrónica desarrollada en Microsoft Excel®, la cual fue revisada para control de calidad y completitud antes del análisis estadístico.

No se aplicaron pruebas de normalidad, ya que el estudio no realizó comparaciones inferenciales ni pruebas paramétricas, por lo que la evaluación de normalidad no era pertinente dada la naturaleza exclusivamente descriptiva del estudio.

## Resultados

La población mostró una distribución proporcional por sexo (50.2 % mujeres; 49.8 % hombres). La edad media fue  $57.6 \pm 16.6$  años. El IMC promedio fue de  $27.2 \pm 5.2$  kg/m<sup>2</sup>, correspondiente a normopeso alto o sobrepeso inicial según criterios internacionales, sin alcanzar el punto de corte formal de sobrepeso ( $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>) para estimación categórica clínica. La clasificación ASA mostró predominio de ASA III (74.8 %). lo que indica una carga significativa de comorbilidad sistémica. Los detalles completos de las variables clínicas se resumen en (Tabla 1).

En cuanto a las condiciones perioperatorias, el 7.5 % de los pacientes presentó algún grado de incomunicación clínica durante la valoración anestésica, y el 7.5 % mostró





predictores de vía aérea difícil. Llama la atención que en ninguno de los casos se documentaron dificultades en el acceso venoso periférico, lo cual podría atribuirse a una adecuada preparación preoperatoria o a la subestimación de este factor en el registro clínico.

Respecto a las técnicas anestésicas empleadas (Tabla 2), predominó el uso de anestesia general (n=707; 56.7 %), seguida por sedación (n=458; 36.7 %) y neuroaxial (n=127; 10.2 %). Se aplicó monitoreo invasivo en el 10.3 % de los procedimientos (n=129), mientras que la exclusión pulmonar intraoperatoria fue requerida en tan solo seis casos (0.5 %). Ningún paciente fue sometido a circulación extracorpórea. El sangrado intraoperatorio promedio fue de  $96.7 \pm 287$  mL. (Tabla 2).

En cuanto a las características quirúrgicas (Tabla 3), se observó un predominio de cirugías de tipo menor (n=661; 53.0 %) y procedimientos electivos (n=1,065; 85.3 %). Las especialidades quirúrgicas más representadas fueron Oftalmología (n=496; 39.7 %), Urología (n=208; 16.7 %), y Gastrocirugía (n=115; 9.2 %). Por el contrario, especialidades de alta complejidad como Cirugía Cardiorrástica (n=6; 0.5 %) y Trasplantes (n=43; 3.4 %) estuvieron escasamente representadas. El abordaje quirúrgico fue mayoritariamente abierto (n=1,017; 81.5 %) en comparación con el laparoscópico (n=231; 18.5 %). El tiempo quirúrgico promedio fue de  $107.8 \pm 112.4$  minutos, en concordancia con los datos anestésicos.

La puntuación OxAnCo presentó una mediana de 18 [17–20]. No se registraron valores inferiores a 15, por lo que ningún caso fue clasificado como baja complejidad. La distribución mostró un rango estrecho, lo cual sugiere perfiles institucionales homogéneos. (Figura 1).

**Tabla 1. Variables asociadas al paciente.**

Variable	n=1248
Edad (años)	57.64 $\pm$ 16.62
Sexo (M/F)	622/626
Peso (kg)	71.15 $\pm$ 15.33
Talla (cm)	161.67 $\pm$ 9.68
IMC	27.21 $\pm$ 5.23
ASA (I/2/3/4/5/6)	4/241/934/62/5/2
IPID	8 [7-9]
VAD (No/Si)	1154/94

Incomunicado (No/Si)	1167/81
Dificultad de los accesos IV (No/Si)	1224/24

M: Masculino; F: Femenino; IMC: Índice de masa corporal; ASA: American Society of Anesthesiologisth; IPID: Índice predictivo de vía aérea difícil; VAD: Vía aérea difícil; IV: Intravenoso.

**Tabla 2. Variables asociadas a la anestesia.**

Variable	n=1248
Técnica anestésica (S/G/N/R/C)	458/707/127/3/47
Exclusión pulmonar (No/Si)	1242/6
DCP (No/Si)	1248/0
Monitoreo invasivo (No/Si)	1119/129
Sangrado (mL)	96.67 $\pm$ 287.00
Transfundido (mL)	19.07 $\pm$ 131.97
Tiempo anestésico (min)	107.75 $\pm$ 112.37
S: Sedación; G: General; N: Neuroaxial; R: Raquídea; C: Combinada; DCP: Derivación cardiopulmonar.	

**Tabla 3. Variables asociadas a la cirugía.**

Variable	n=1248
Servicio tratante	
• Angiología	53
• Cardiorrástica	6
• Cabeza y cuello	89
• Cirugía plástica	15
• Coloproctología	29
• Gastrocirugía	115
• Cirugía maxilofacial	35
• Neurocirugía	113
• Oftalmología	496
• Otorrinolaringología	46
• Trasplante	43
• Urología	208
Prioridad (E/U)	1065/183



Tipo (M/I/m)	120/467/661
Abordaje (A/L)	1017/231
Tiempo quirúrgico (min)	107.75 ± 112.37
E: Electiva; U: Urgencia; M: Mayor; I: Intermedia; m: Menor; A: Abierta; L: Laparoscópica.	

## Discusión

Este estudio caracterizó la complejidad anestésica de una población de pacientes intervenidos quirúrgicamente en una unidad de tercer nivel en México. A través de la aplicación sistemática de la puntuación OxAnCo se logró caracterizar el entorno clínico desde una perspectiva funcional y operativa, evidenciando una carga asistencial predominantemente de complejidad moderada. Este hallazgo refuerza la necesidad de incorporar herramientas estandarizadas que permitan una asignación racional de recursos humanos en anestesia, particularmente en contextos donde la fuerza laboral especializada es insuficiente o inequitativamente distribuida.

Tradicionalmente, la estratificación de la complejidad anestésica se ha basado en aproximaciones indirectas, o el juicio clínico del proveedor. Sin embargo, estos enfoques no consideran de manera integral elementos quirúrgicos, sistémicos y de comunicación del paciente, ni permiten una ponderación cuantitativa reproducible. En este sentido, la puntuación OxAnCo representa un avance metodológico relevante, al integrar dimensiones múltiples asociadas a la atención anestésica, y vincularlas a la pericia requerida del proveedor (19). Esta herramienta fue originalmente validada en 2022 con base en la correlación entre el puntaje obtenido y el grado de especialización del anestesiólogo asignado, mostrando una capacidad discriminativa aceptable (AUC 0.84), lo cual legitimizó su aplicabilidad en escenarios reales.

En nuestra muestra poblacional, no se registraron puntuaciones menores a 15, umbral definido para casos de baja complejidad. Esta observación es consistente con estudios previos que señalan que, incluso en procedimientos quirúrgicos considerados menores, las condiciones del paciente o del entorno institucional pueden incrementar la carga técnica y cognitiva del anestesiólogo. (19,20) La puntuación media observada de 18 (17-20) sugiere una complejidad basal que justifica la presencia de personal clínico con competencias intermedias o avanzadas, particularmente en instituciones de alta concentración

quirúrgica. Cabe resaltar que esta puntuación se distribuyó dentro de un rango estrecho, reflejando probablemente una homogeneidad relativa en los perfiles institucionales, como ha sido observado en hospitales con protocolos quirúrgicos estandarizados (19).

La importancia de estimar de forma objetiva la complejidad anestésica se vuelve aún más crítica en países con crisis sostenidas en la fuerza laboral en anestesiología. A nivel global, múltiples regiones enfrentan una densidad insuficiente de anestesiólogos por población, así como una mala distribución geográfica y carencias formativas significativas (2,4,10-14). Esta situación ha sido documentada en América Latina, África subsahariana, Medio Oriente y el sudeste asiático, donde se han reportado estrategias compensatorias como la incorporación de médicos residentes, técnicos en anestesia o enfermeros anestesistas a la práctica clínica cotidiana (15,17,18).

En el caso particular de México, se estima que existen apenas 12,000 anestesiólogos para una población superior a los 120 millones de habitantes, lo que representa una densidad muy por debajo del umbral recomendado por la WFSA para garantizar atención segura y oportuna (16). Esta limitación estructural ha llevado a que los residentes de anestesiología, aún en proceso de formación, sean incluidos rutinariamente en la cobertura de salas quirúrgicas, muchas veces sin criterios estandarizados para la asignación de casos, lo cual puede comprometer la seguridad del paciente (20).

En este contexto, una concentración observada de casos en el rango de complejidad moderada refuerza la necesidad de contar con plantillas clínicas capacitadas, incluso en procedimientos aparentemente rutinarios. En contextos como el mexicano, con escasez de anestesiólogos certificados [16], herramientas como OxAnCo pueden contribuir a optimizar la asignación de casos y orientar decisiones operativas, aunque se requiere validación prospectiva para su uso decisional.

Una de las fortalezas adicionales del sistema OxAnCo es su capacidad de visualizarse de forma gráfica, permitiendo una interpretación rápida e intuitiva por parte del personal clínico y administrativo. Se ha demostrado que la representación visual de los datos mejora la toma de decisiones clínicas y facilita el reconocimiento de factores que elevan desproporcionadamente la complejidad de un caso (19).

Si bien el presente estudio se limitó a una caracterización



descriptiva sin análisis inferencial, sus hallazgos ofrecen una radiografía valiosa de la realidad operativa de una unidad de tercer nivel en un país con recursos humanos limitados. La predominancia de cirugías electivas de tipo menor no se tradujo en puntuaciones bajas de complejidad, lo que subraya que la complejidad anestésica no depende únicamente del tipo de procedimiento, sino de una interacción multivariable entre paciente, técnica anestésica, contexto quirúrgico y requerimientos sistémicos. (6,19,20)

Cabe señalar algunas limitaciones. La aplicación retrospectiva del OxAnCo depende de la calidad del registro clínico, lo cual puede inducir sesgos de clasificación. Además, el sistema aún no incorpora dimensiones operativas como el tiempo de inicio del procedimiento (dentro o fuera del horario laboral), ni factores contextuales como escasez de insumos o presión institucional, que también impactan en la carga anestésica. No obstante, la posibilidad de incluir comentarios libres por parte del anestesiólogo (como se plantea en su diseño original) permite adaptar la herramienta a nuevas realidades clínicas y extender su validez (19).

Finalmente, la ausencia de un estándar de referencia internacional para la medición de complejidad anestésica limita la comparación entre escalas. Sin embargo, al confrontarse con el juicio clínico del anestesiólogo sobre el grado de experiencia requerido para un caso, OxAnCo ofrece una aproximación plausible a un criterio proxy, tal como se ha hecho en validaciones de otros instrumentos clínicos (19).

En una era de creciente demanda quirúrgica, escasez de personal especializado y presión institucional por contener costos, [3,12,13,16] herramientas como OxAnCo podrían convertirse en instrumentos estratégicos para preservar la seguridad del paciente, sostener la calidad asistencial y proteger al anestesiólogo de la sobrecarga clínica.

## Conclusión

Para validar su utilidad operativa y su relación con resultados clínicos, se requieren estudios analíticos y prospectivos. No obstante, OxAnCo constituye una herramienta prometedora para apoyar la planeación y distribución de recursos humanos en anestesiología.

Responsabilidades éticas: siendo aprobado por el Comité Local de Investigación en Salud (CLIES) 3601 del Instituto Mexicano del Seguro Social, con el número de folio F-2023-3601-274 y número de registro R-2023-3601-268

del 15 de diciembre de 2023.

Financiamiento: Los autores declaran no haber recibido apoyo financiero. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

## Referencias

1. Kudsk-Iversen S, Shamambo N, Bould MD. Strengthening the Anesthesia Workforce in Low- and Middle-Income Countries. *Anesth Analg*. 2018; 126(4): 1291-7. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002722.
2. Firth PG, Evans FM. World Anesthesia Day 2021: The global anesthesia workforce crisis in the time of pandemic. *J Clin Anesth*. 2021; 74: 110415. DOI: 10.1016/j.jclinane.2021.110415.
3. Hoyler M, Finlayson SR, McClain CD, Meara JG, Hagander L. Shortage of doctors, shortage of data: a review of the global surgery, obstetrics, and anesthesia workforce literature. *World J Surg*. 2014; 38(2): 269-80. DOI: 10.1007/s00268-013-2324-y.
4. Akavipat P, Suraseranivongse S, Yimrattanabowon P, Sriraj W, Ratanachai P, Summart U. Anesthesia workforce capacity in Thailand: A multicenter study. *WHO South East Asia J Public Health*. 2021; 10(1): 5-11. DOI: 10.4103/WHO-SEAJPH.WHO-SEAJPH\_305\_20.
5. Simkin S, Orser BA, Wilson CR, Bourgeault IL. The anesthesia workforce in Canada: a methodology to identify physician anesthesia providers using health administrative data. *Hum Resour Health*. 2023; 21(1): 34. DOI: 10.1186/s12960-023-00820-w.
6. Epiu I, Tindimwebwa JV, Mijumbi C, Chokwe TM, Lugazia E, Ndarugirire F, Twagirumugabe T, Dubowitz G. Challenges of Anesthesia in Low- and Middle-Income Countries: A Cross-Sectional Survey of Access to Safe Obstetric Anesthesia in East Africa. *Anesth Analg*. 2017; 124(1): 290-9. DOI: 10.1213/ANE.0000000000001690.
7. McQueen KA. The global anesthesia crisis and continuous quality improvement. *Int Anesthesiol Clin*. 2014; 52(1): 109-19. DOI: 10.1097/AIA.0000000000000009.
8. Kempthorne P, Morriss WW, Mellin-Olsen J, Gore-Booth J. The WFSA Global Anesthesia Workforce Survey. *Anesth Analg*. 2017; 125(3): 981-90. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002258.
9. Merry AF, Cooper JB, Soyannwo O, Wilson IH, Eichhorn JH. International Standards for a Safe Practice of Anesthesia 2010. *Can J Anaesth*. 2010; 57(11): 1027-34. DOI: 10.1007/s12630-010-9381-6.
10. Simkin S, Orser BA, Wilson CR, McVicar JA, Crozier M, Bourgeault IL. The Physician Anesthesia Workforce in Canada From 1996 to 2018: A Longitudinal Analysis of Health Administrative Data. *Anesth Analg*. 2023 Sep 27. DOI: 10.1213/ANE.0000000000006650.
11. Asingei J, O'Flynn EP, O'Donovan DT, Masuka SC, Mashava





- D, Akello FV, Ulisubisya MM. The Specialist Anesthesiology Workforce in East, Central, and Southern Africa: A Cross-Sectional Study. *Anesth Analg.* 2023; 136(2): 230-7. DOI: 10.1213/ANE.0000000000006134.
12. Morriss WW, Enright AC. The Anesthesia Workforce Crisis Revisited. *Anesth Analg.* 2023; 136(2): 227-9. DOI: 10.1213/ANE.0000000000006189.
  13. Wimpfheimer A, Weissman C, Fein S, Ginosar Y; Israel Anesthesiology Workforce Study Group. When policy meets reality: the new 18-hour on-call shift policy and the Israeli anesthesia workforce crisis. *Isr J Health Policy Res.* 2023;12(1): 8. DOI: 10.1186/s13584-023-00556-x.
  14. Dubowitz G, Detlefs S, McQueen KA. Global anesthesia workforce crisis: a preliminary survey revealing shortages contributing to undesirable outcomes and unsafe practices. *World J Surg.* 2010; 34(3): 438-44. DOI: 10.1007/s00268-009-0229-6.
  15. Newton M, Bird P. Impact of parallel anesthesia and surgical provider training in sub-Saharan Africa: a model for a resource-poor setting. *World J Surg.* 2010; 34(3): 445-52. DOI: 10.1007/s00268-009-0195-z.
  16. Castillo G. Preocupa falta de anestesiólogos en México [Internet]. Yucatan, México: Desde el Balcón; 2017.
  17. Law TJ, Bulamba F, Ochieng JP, Edgcombe H, Thwaites V, Hewitt-Smith A, Zoumenou E, Lilaonitkul M, Gelb AW, Workneh RS, Banguti PM, Bould D, Rod P, Rowles J, Lobo F, Lipnick MS; Global Anesthesia Workforce Study Group. Anesthesia Provider Training and Practice Models: A Survey of Africa. *Anesth Analg.* 2019; 129(3): 839-46. DOI: 10.1213/ANE.0000000000004302.
  18. Hubbard R, Bissonette B, Corridore M. A World of Need. *Anesth Analg.* 2018; 126(2): 727. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002644.
  19. Ridgeon E, Wilson K, Wilkinson D, Douglass P, Elrefaey A. Defining complexity in anaesthesia: description and validation of the Oxford Anaesthetic Complexity (OxAnCo) score. *Anaesthesia.* 2022; 77(11): 1251-8. DOI: 10.1111/anae.15840.
  20. Lewis SR, Nicholson A, Smith AF, Alderson P. Physician anaesthetists versus non-physician providers of anaesthesia for surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; (7): CD010357. DOI: 10.1002/14651858.CD010357.pub2



## Comparación de Jeringas con Heparina de Litio y Jeringa Preparada con Heparina Sódica de 1000 UI.

### Comparison of Lithium Hepatic Syringes and Syringe Prepared With 1000 IU Sodium Heparin

Barradas-Sánchez Felipe de Jesús<sup>1</sup>; Terán-Soto Juan Miguel<sup>2</sup>; Rivera-Mexicano Laura<sup>3</sup>; Molina-Rodríguez Gloria<sup>3</sup>, Huesca-Pizarro Luis Alberto<sup>4</sup>. <sup>1</sup>Servicio de anestesiología del Centro Estatal de Cancerología "Miguel Dorantes Mesa" Xalapa, Veracruz, <sup>2</sup>Servicio de anestesiología del Hospital Regional "Luis F. Nachon" Xalapa, Veracruz. <sup>3</sup>Servicio de anestesiología del Centro De Alta Especialidad "Dr Rafael Lucio ", Xalapa, Veracruz. <sup>4</sup>Product Specialist Acute Care Diagnostics POC WERFEN. Ciudad de México.

**Anestesia en México 2026;38(1): 19-22.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-003>

*Fecha de recepción septiembre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*  
molcar1@yahoo.com.mx

#### Resumen

**Introducción:** La gasometría arterial es esencial en la evaluación de pacientes críticos, permitiendo medir parámetros como PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> y pH. La sangre para gasometría puede tomarse con jeringas con heparina de litio o jeringas preparadas con heparina de 1000 UI, pero estas técnicas pueden generar variabilidad en los resultados. **Objetivo:** Comparar los resultados gasométricos de muestras de sangre de pacientes bajo anestesia general obtenidas con jeringas con heparina de litio y jeringas preparadas con heparina de 1000 UI. **Material y Métodos:** Se realizó un estudio transversal, observacional y prospectivo en 39 pacientes bajo anestesia general. Se tomaron dos muestras de sangre arterial por paciente, una con jeringa con heparina de litio y otra con jeringa preparada con heparina sódica de 1000 UI. Se compararon pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, bicarbonato, lactato,

hemoglobina y déficit base usando pruebas estadísticas. **Resultados:** No hubo diferencias significativas en pH, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, lactato, hemoglobina y hematocrito entre las dos técnicas. Sin embargo, el bicarbonato (p=0.014) y el déficit base (p=0.004) fueron significativamente menores en las muestras tomadas con heparina 1000 UI. **Conclusiones:** Ambas técnicas son comparables en la mayoría de los parámetros, pero las muestras tomadas con jeringas preparadas con heparina sódica 1000 UI mostraron diferencias en bicarbonato y déficit base, lo que requiere un manejo cuidadoso.

**Palabras claves:** Análisis de los gases de la sangre, bicarbonatos, heparina

#### Abstract

**Introduction:** Arterial blood gas analysis is crucial in critically ill patients, measuring key parameters like



PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, and blood pH. Samples for gasometry can be collected using pre-heparinized syringes or syringes prepared with 1000 UI heparin. Different preparation techniques may cause variability in results.

**Objective:** To compare arterial blood gas results from patients under general anesthesia using pre-heparinized with lithium heparin syringes versus syringes with 1000 UI sodic heparin.

**Materials and Methods:** A cross-sectional, observational, and prospective study was conducted in 39 patients under general anesthesia in a high-specialty hospital in Mexico. Two arterial blood samples were taken from each patient, one with a pre-heparinized syringe with lithium heparin and the other with a syringe prepared with 1000 UI sodic heparin. Gasometric results, including pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, bicarbonate, lactate, hemoglobin, and base deficit, were compared using statistical tests. **Results:** No statistically significant differences were found in pH, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, lactate, hemoglobin, and hematocrit between the two methods. However, significant differences were noted in bicarbonate ( $p=0.014$ ) and base deficit ( $p=0.004$ ), with lower values in the samples collected with syringes using 1000 UI sodic heparin. **Conclusions:** Both collection techniques are comparable for most parameters, but syringes with 1000 UI sodic heparin showed differences in bicarbonate and base deficit, indicating the need for careful handling.

**Keywords:** Blood gas analysis, heparin siringes, bicarbonate.

## Introducción

La gasometría arterial (GA) es una prueba diagnóstica de gran relevancia en la evaluación de pacientes críticos, ya que permite analizar el estado ventilatorio, la oxigenación y el equilibrio ácido-base a través de una muestra sanguínea extraída de una arteria (1,2). Este procedimiento es indispensable en el manejo de pacientes con enfermedades respiratorias, así como en aquellos sometidos a intervenciones quirúrgicas, donde el control del intercambio de gases y la homeostasis es crucial para guiar el tratamiento médico. Entre los parámetros clave que mide la GA se encuentran la presión parcial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>), la presión parcial de dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>) y el pH sanguíneo, cada uno de ellos fundamental para evaluar la función pulmonar y el estado ácido-base del paciente (3).

La correcta recolección y análisis de la muestra gasométrica son críticos para evitar errores en la interpretación de

los resultados, que podrían comprometer la seguridad del paciente (2,4). El uso de anticoagulantes como la heparina es esencial para evitar la coagulación de la muestra. Sin embargo, las diferentes técnicas de preparación de las jeringas, ya sea mediante el uso de jeringas preheparinizadas o el uso de jeringas preparadas manualmente con heparina, pueden generar variabilidad en los resultados gasométricos. La heparina líquida, si se usa en exceso o de manera incorrecta, puede diluir la muestra y alterar los parámetros medidos, afectando principalmente la PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> y el pH (5–7).

En pacientes sometidos a anestesia general, la GA se utiliza comúnmente para monitorear la oxigenación y el equilibrio ácido-base intraoperatorio, lo que subraya la importancia de obtener resultados precisos y confiables. La elección del tipo de jeringa para la recolección de la muestra puede influir en la calidad de estos resultados (5,6). Por ello, el presente estudio busca comparar la variabilidad de los resultados gasométricos obtenidos con jeringas preheparinizadas frente a las jeringas preparadas manualmente con 1000 UI de heparina sódica, en pacientes bajo anestesia general atendidos en el Centro de Alta Especialidad.

El análisis de esta comparación permitió determinar si existen diferencias significativas entre ambas técnicas, con el fin de optimizar el proceso preanalítico de recolección de muestras y garantizar la seguridad del paciente a través de resultados más precisos y estandarizados, comparando las muestras de sangre de pacientes bajo anestesia general tomadas con jeringa preheparinizadas con heparina de litio y jeringa preparada con 1000 UI de heparina sódica.

## Material y Métodos

Se diseñó un estudio transversal, observacional y prospectivo. Se realizó en el Centro de Alta Especialidad “Dr. Rafael Lucio”, Veracruz, México; durante un periodo de tres meses tras la autorización del protocolo por el comité de ética institucional. La población objetivo incluyó a todos los pacientes a quienes se les colocó una línea arterial para la toma de GA. Los criterios de inclusión abarcaban a pacientes de ambos sexos, sometidos a cirugías electivas o de urgencia, y con un estado físico ASA (*American Society of Anesthesiologists*) de clasificación II a IV. Se excluyeron aquellos con lesiones dérmicas en las zonas de colocación de la línea arterial, mientras que los pacientes con muestras incompletas, coaguladas o que no fueron procesadas a tiempo fueron eliminados del análisis.

Las muestras de sangre arterial fueron recolectadas por





médicos capacitados, utilizando dos tipos de jeringas: una preheparinizada con heparina de litio liofilizada y otra preparada manualmente con heparina de 1000 UI. Ambas muestras fueron extraídas de una línea arterial en cada paciente, manteniéndose en una red de frío y procesándose en un lapso de 15 minutos en el laboratorio correspondiente. Se evaluaron parámetros gasométricos como  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ , pH, bicarbonato, lactato, BE, hemoglobina y hematocrito.

Los datos recolectados fueron analizados con el software estadístico SPSS versión 23.

## Resultados

Se incluyeron un total de 39 pacientes, de los cuales 19 eran hombres (48.7 %) y 20 mujeres (51.3 %), con una edad media de  $40 \pm 20$  años. En cuanto al tipo de cirugía, 32 procedimientos (82.1 %) fueron electivos y 7 (17.9 %) de urgencia. La clasificación ASA de los pacientes fue: ASA II en 33.3 %, ASA III en 51.3 %, y ASA IV en 15.4 %.

Los resultados de la GA no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras obtenidas con jeringas preheparinizadas y aquellas preparadas con heparina de 1000 UI para los parámetros de pH,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{PaO}_2$ , lactato, hemoglobina y hematocrito. El pH fue de  $7.35 \pm 0.06$  en las muestras preheparinizadas y de  $7.34 \pm 0.06$  en las jeringas con heparina 1000 U ( $p=0.557$ ). La  $\text{PaCO}_2$  fue de  $39.23 \pm 5.86$  mm Hg en las jeringas preheparinizadas y  $36.74 \pm 6.22$  mm Hg en las de heparina 1000 U ( $p=0.073$ ). La  $\text{PaO}_2$  fue similar en ambos grupos:  $172.20 \pm 82.44$  mm Hg en las jeringas preheparinizadas y  $172.56 \pm 80.80$  mm Hg en las de heparina 1000 U ( $p=0.985$ ).

En cuanto a los niveles de lactato, la mediana fue de 1.40 (0.80 – 2.10) mmol/L en las muestras preheparinizadas y 1.30 (0.7 – 2.0) mmol/L en las muestras con heparina 1000 U ( $p=0.811$ ). Los niveles de hemoglobina tampoco presentaron diferencias significativas, siendo de  $11.97 \pm 2.31$  g/dL en las jeringas preheparinizadas y  $11.05 \pm 1.40$  g/dL en las de heparina 1000U ( $p=0.08$ ).

Por otra parte, el bicarbonato presentó diferencias estadísticamente significativas, con una media de  $22.4 \pm 2.5$  mmol/L en las jeringas preheparinizadas y  $20.9 \pm 2.4$  mmol/L en las jeringas de heparina 1000U ( $p=0.014$ ). Asimismo, el déficit base (BE) también mostró diferencias significativas, con una mediana de -3.9 mmol/L (rango intercuartil: -6.0 a -1.6) en las jeringas preheparinizadas y -5.7 mmol/L (rango intercuartil: -7.4 a -3.9) en las jeringas de heparina 1000U ( $p=0.004$ ) (Cuadro I).

**Cuadro 1: Resultados gasométricos comparativos**

Parámetro	Jeringa preheparinizada	Jeringa heparina 1000 U	
pH <sup>a</sup>	$7.35 \pm 0.06$	$7.34 \pm 0.06$	0.557
$\text{PaCO}_2$ (mmHg) <sup>a</sup>	$39.23 \pm 5.86$	$36.74 \pm 6.22$	0.073
$\text{PaO}_2$ (mmHg) <sup>a</sup>	$172.20 \pm 82.44$	$172.56 \pm 80.80$	0.985
Lactato (mmol/L) <sup>b</sup>	1.40 (0.80 – 2.10)	1.30 (0.7 – 2.0)	0.811
Hemoglobina (g/dL) <sup>a</sup>	$11.97 \pm 2.31$	$11.05 \pm 1.40$	0.08
Hematocrito (%) <sup>a</sup>	$33.66 \pm 7.3$	$30.51 \pm 8.2$	0.079
Bicarbonato (mmol/L) <sup>a</sup>	$22.4 \pm 2.5$	$20.9 \pm 2.4$	0.014*
Déficit Base (mmol/L) <sup>c</sup>	-3.9 (-6.0 a -1.6)	-5.7 (-7.4 a -3.9)	0.004*

<sup>a</sup> T de Student. <sup>b</sup> Prueba de las medianas para muestras independientes

<sup>c</sup> U de Mann-Whitney

## Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar los resultados gasométricos obtenidos con jeringas preheparinizadas y jeringas de preparadas con heparina de 1000 U en pacientes sometidos a anestesia general. Los hallazgos muestran que, en su mayoría, ambos métodos son equivalentes para la obtención de muestras de sangre arterial.

El pH, la  $\text{PaCO}_2$  y la  $\text{PaO}_2$  no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de jeringas, lo que sugiere que ambas técnicas mantienen la estabilidad de estos parámetros en el contexto quirúrgico. Estos resultados concuerdan con estudios previos, que también han demostrado que el tipo de jeringa no afecta significativamente la precisión en la medición de los gases sanguíneos, aunque las jeringas preheparinizadas son preferidas por su practicidad y menor riesgo de error al agregar heparina manualmente (8,9).

En cuanto a los niveles de hemoglobina y hematocrito,



no se encontraron diferencias significativas, lo que indica que ambas técnicas son igualmente confiables para la medición de estos parámetros. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en los niveles de bicarbonato, con valores menores en las muestras tomadas con jeringa preparada con heparina de 1000 U. Este hallazgo podría estar relacionado con la dilución de la muestra al utilizar heparina líquida, como han señalado investigaciones previas. Del mismo modo, el déficit base también mostró diferencias significativas, siendo mayor en las muestras con jeringa de heparina 1000 U, lo que sugiere que el exceso de heparina puede alterar ciertos parámetros ácido-base.

Aunque el lactato no mostró diferencias significativas, los resultados observados en el bicarbonato y el déficit base destacan la importancia de estandarizar el método de obtención de muestras para evitar variaciones en los resultados gasométricos que puedan influir en la toma de decisiones clínicas.

### Conclusiones

Este estudio demuestra que tanto las jeringas preheparinizadas como las jeringas preparadas con heparina 1000 U son igualmente efectivas para la mayoría de los parámetros gasométricos. Sin embargo, las diferencias observadas en los niveles de bicarbonato y déficit base subrayan la necesidad de un manejo cuidadoso al utilizar heparina líquida para evitar posibles errores de interpretación clínica. Estos hallazgos sugieren la necesidad de estudios adicionales para validar los resultados y determinar su impacto clínico, especialmente en el manejo de pacientes bajo anestesia general.

### Referencias

1. Cid JLMRS. Cardiopulmonary exercise testing. Procedure and recommendations. NCT Neumología y Cirugía de Tórax. 2015;74(3):207–21.
2. Neligan P. Equilibrio ácido básico perioperatorio. In: Miller Anestesia. 9th edición. 2021. p. 1525–33.
3. Mangas A, Oliver P, Casitas R, Laorden D. Indicaciones e interpretación diagnóstica de la gasometría arterial. Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado. 2018;12(66):3898–902. <https://10.1016/j.med.2018.10.025>
4. Wiwanitkit V. Glass syringes are better than plastic for preserving arterial blood gas for oxygen partial pressure determination: an explanation based on nanomaterial composition. Vol. 1, international Journal of nanomedicine. Taylor and Francis; 2006. p. 223–4.
5. Sood P, Paul G, Puri S. Interpretation of arterial blood gas. Indian J Crit Care Med. 2010;14(2):57. DOI: 10.4103/0972-5229.68215
6. Sandler P, Goldstein LN. The effect of different forms of heparin on point-of-care blood gas analysis. South African Medical Journal. 2018;108(3):224–9. doi: 10.7196/SAMJ.2018.v108i3.12626.
7. Tovo A, Briozzo G, Der Parsehian S. El laboratorio de urgencia en la detección de errores preanalíticos. Exceso de heparina en una muestra de sangre arterial para evaluación de gases, electrolitos y equilibrio ácido-base. Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá. 2008;27(2):79–84.
8. Bello JAO, López CC, Acuña EPM, Soto JMT, Pizarro LAH. Conocimiento de la fase preanalítica y postanalítica de la gasometría arterial en médicos residentes e internos. Educación Médica. 2021;22:112–24.
9. Fraga OR, Segarra XN, Ortega AG, Cantalejo FR, Rioja RG, Queral LA, et al. Recomendaciones preanalíticas para la medición del equilibrio ácido-base y los gases en sangre. Recomendación (2018). Revista del Laboratorio Clínico. 2019;12(4):e66–74.



## Clevidipino en Sala de Anestesia: Del Fundamento Farmacológico a la Evidencia Moderna

### Clevidipine in the Operating Room: From Pharmacological Foundations to Modern Evidence

<sup>1</sup>Baruvi Gaytán-Fernández. <sup>1</sup>Anestesiólogo cardiovascular adscrito al Hospital General de Zona No. 50, IMSS. San Luis Potosí, SLP.

**Anestesia en México 2026;38(1): 23-29.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-004>

*Fecha de recepción noviembre 2025, fecha de revisión diciembre 2025, fecha de publicación enero 2026*  
dr.baruvi@yahoo.com

#### Resumen

El control preciso de la presión arterial durante la anestesia sigue siendo un reto no resuelto en hospitales donde no existen agentes arteriales intravenosos titulables. Clevidipino (CVD), un bloqueador de los canales de calcio de acción arterial selectiva y vida media ultracorta, ha sido evaluado en distintos contextos quirúrgicos debido a su capacidad para generar ajustes tensionales rápidos y proporcionales. Este artículo integra su fundamento farmacológico con la evidencia clínica clásica y contemporánea, describiendo los patrones de respuesta observados en escenarios perianestésicos donde se ha documentado su uso. Se revisan aplicaciones en procedimientos de alta demanda hemodinámica y se delimitan con claridad los ámbitos en los que no existe evidencia disponible. La síntesis presentada ofrece un panorama técnico que permite comprender el comportamiento del fármaco en la práctica anestésica y

ubicar con precisión los escenarios en los que su empleo ha sido reportado.

**Palabras clave:** Clevidipino, bloqueadores de canales de calcio, hipertensión arterial sistémica, antihipertensivos de acción ultracorta.

#### Abstract

Precise blood pressure control during anesthesia remains an unresolved challenge in hospitals where titratable intravenous arterial agents are not available. Clevidipine (CVD), an ultrashort-acting calcium channel blocker with selective arterial activity, has been evaluated in various surgical settings due to its ability to produce rapid and proportional blood pressure adjustments. This article integrates its pharmacologic foundation with both classical and contemporary clinical evidence, describing the response patterns observed in perioperative scenarios where its use has been documented. Applications





in procedures with high hemodynamic demand are reviewed, and the areas in which no evidence is currently available are clearly delineated. The synthesis presented offers a technical overview that facilitates understanding of the drug's behavior in anesthetic practice and precisely identifies the scenarios in which its use has been reported.

**Keywords:** Clevidipine, calcium channel blockers, systemic arterial hypertension, ultrashort-acting antihypertensive agents.

## Introducción

El control preciso de la presión arterial durante el acto anestésico constituye un determinante fundamental de seguridad. Sin embargo, en la mayoría de los hospitales de México persiste una limitación estructural crítica: no se cuenta con antihipertensivos arteriales intravenosos disponibles para su uso en sala de anestesia. Esta carencia obliga a manejar los incrementos tensionales mediante los efectos secundarios de múltiples grupos farmacológicos anestésicos, entre ellos inductores, agentes halogenados, agonistas alfa 2, bloqueo simpático, en lugar de recurrir a medicamentos diseñados específicamente para el ajuste hemodinámico arterial.

La ausencia de un antihipertensivo intravenoso con posibilidad de administración en flujo regulado por bomba tiene implicaciones de facto muy relevantes: Un agente titulable por infusión permite realizar ajustes finos, dinámicos y en tiempo real, indispensables para evitar fluctuaciones de presión arterial que pueden asociarse con peores desenlaces en pacientes vulnerables. Sin una herramienta farmacológica con estas características, la capacidad de adaptación inmediata del anestesiólogo se encuentra limitada en la práctica diaria.

A ello se suma que los fármacos disponibles en la mayoría de los hospitales, como los nitratos, son vasodilatadores predominantemente venosos, lo que restringe su utilidad para controlar la resistencia vascular arterial sistémica y alcanzar objetivos tensionales específicos de manera estable durante la anestesia. Este panorama clínico contrasta con la ausencia casi total de literatura reciente en revistas mexicanas de anestesiología que exploren alternativas modernas para el manejo eficiente de la hipertensión en sala de anestesia. Por ello, se vuelve necesario analizar fármacos que en otros países han sido estudiados y aplicados con éxito para el control tensional rápido y titulado.

El CDP representa uno de esos agentes. Su fundamento farmacológico: metabolismo por esterasas, vida media

ultracorta y acción selectiva sobre vasos arteriales, lo posiciona como una herramienta potencialmente útil en escenarios donde se requiere un control hemodinámico inmediato, fino y ajustable durante el periodo transanestésico.

Este artículo tiene como finalidad armonizar la evidencia original del CDP con los aportes más recientes de la investigación moderna, construyendo una visión integrada que permita al anestesiólogo mexicano observar el panorama farmacológico completo y valorar con rigor su aplicación en sala de anestesia.

## Perfil farmacológico.

El CDP es un bloqueador de los canales de calcio tipo L formulado en emulsión lipídica, con afinidad predominante por el músculo liso arterial (1). Su acción vasodilatadora se ejerce casi exclusivamente sobre la vasculatura arterial, reduciendo la resistencia sistémica sin producir un efecto venoso clínicamente relevante (2). Esta especificidad explica que su efecto hemodinámico actúe de manera directa sobre la presión arterial, preservando la precarga y evitando alteraciones significativas en el retorno venoso (1).

Su metabolismo depende de esterasas plasmáticas y tisulares, lo que confiere independencia de la función hepática y renal (3). Esta vía metabólica origina una vida media ultracorta cercana a un minuto y una eliminación completa en pocos minutos (1). Gracias a ello, cada ajuste en la velocidad de administración produce un cambio casi inmediato en la presión arterial, permitiendo un control dinámico y proporcional a la dosis administrada (3).

Este comportamiento lineal entre dosis y efecto constituye uno de los elementos centrales de su utilidad clínica: incrementos pequeños generan variaciones tensionales rápidas, medibles y reversibles en tiempos compatibles con los requerimientos del periodo transanestésico (2). La suma de sus propiedades químicas, metabólicas y temporales determina su perfil farmacológico y explica su patrón de respuesta bajo ajustes continuos de administración (3).

Respecto a su administración, CDP se presenta en formulación para infusión continua. Se inicia habitualmente a velocidades bajas que permiten valorar la respuesta hemodinámica inicial y efectuar incrementos graduales de acuerdo con los objetivos tensionales (F1). Esta estrategia de ajuste secuencial se apoya en su vida media ultracorta, que permite apreciar cada modificación de la velocidad de administración en intervalos breves y obtener un efecto proporcional a la dosis administrada (2).



## Pilares de evidencia

A lo largo de la última década, tres estudios clínicos han definido de manera contundente el comportamiento hemodinámico, la rapidez de titulación y la seguridad de CVD en escenarios agudos: *eclipse*, *escape*, *velocity* y *accelerate*. Aunque cada uno se desarrolló en poblaciones distintas y con objetivos clínicos específicos, juntos conforman la base que permitió comprender cómo actúa el fármaco en condiciones reales de inestabilidad tensional, constituyendo el punto de partida para su empleo clínico en situaciones críticas.

*Eclipse* mostró que CVD permite mantener la presión arterial dentro del intervalo objetivo durante la cirugía cardíaca con menos excursiones (abandono de los rangos superior o inferior) más allá de los límites predefinidos y una mayor precisión en el control tensional en comparación con otros vasodilatadores utilizados en el estudio (4). Los análisis complementarios del programa confirmaron que este patrón tiene implicaciones clínicas: al revisar los eventos adversos reportados en la misma cohorte, no se identificó un aumento de complicaciones mayores asociadas al fármaco, incluyendo mortalidad, infarto, accidente cerebrovascular o lesión renal aguda (5). El análisis de variabilidad demostró que una mayor dispersión de la presión sistólica se asocia con mayor mortalidad a 30 días, y que esa menor variabilidad fue justamente lo que se observó en los pacientes que recibieron CVD (6). Finalmente, el análisis de utilización de recursos mostró que una menor variabilidad tensional se relaciona con estancias hospitalarias más cortas y menor tiempo de soporte ventilatorio (7). En conjunto, *eclipse* aportó evidencia de que CVD facilita un control de la presión arterial más preciso y clínicamente significativo en el contexto de la cirugía cardíaca.

Los estudios *escape-1* y *escape-2* también se realizaron en el entorno de cirugía cardíaca y mostraron que CVD ofreció un control tensional rápido, predecible y modulable, tanto en el periodo preoperatorio como el posoperatorio inmediato. Esta evidencia lo posicionó como una herramienta hemodinámica confiable en escenarios donde el anestesiólogo necesitaba ajustar la presión arterial con precisión y sin comprometer la estabilidad del paciente (8,9).

Lo más importante que nos enseñó el programa *velocity* fue que CVD podía evaluarse en escenarios donde la hipertensión severa coexistía con disfunción orgánica significativa, situaciones en las que un descenso brusco de la presión arterial podía ser clínicamente peligroso.

Por ello, el programa se estructuró en dos vertientes: una en pacientes con insuficiencia cardíaca aguda y otra en pacientes con disfunción renal moderada a severa, ambos grupos especialmente sensibles a variaciones hemodinámicas inesperadas. En la vertiente cardíaca, el estudio mostró que CVD permitía alcanzar el rango deseado de presión en pocos minutos y sin episodios sorpresivos de hipotensión, favoreciendo un control estable en un contexto donde la poscarga y el gasto cardíaco reaccionaban de forma crítica (10). En la vertiente renal, se observó un comportamiento similar: tiempos rápidos para lograr el objetivo tensional y buena tolerabilidad aun con depuración disminuida, sin evidencia de acumulación clínica relevante (11).

Por otro lado, el estudio *accelerate* se enfocó en el uso de CVD como monoterapia para controlar de manera rápida y segura la hipertensión en el contexto crítico de la hemorragia intracerebral aguda, un escenario donde tanto la elevación sostenida como los descensos bruscos de la presión arterial pueden agravar la lesión. En este grupo de pacientes, el fármaco permitió alcanzar el rango objetivo en pocos minutos, manteniendo una estabilidad adecuada durante la fase inicial de tratamiento y sin presentar episodios significativos de hipotensión o variabilidad extrema. Además, el estudio observó que la expansión del hematoma fue mínima y la tolerabilidad global resultó favorable, lo que reforzó la idea de que CVD podía integrarse en protocolos de control tensional inicial en la hemorragia intracerebral (12).

## Escenarios anestésicos documentados. Neurocirugía.

La evidencia sobre CVD en neurocirugía proviene principalmente de estudios norteamericanos publicados a lo largo de la década pasada en trabajos que exploraron su papel tanto como agente inicial de control tensional como alternativa de rescate cuando otros fármacos pierden eficacia. En el escenario de la craneotomía, *Bekker* mostró que CVD tiene la capacidad de sostener por sí mismo el control tensional requerido durante las distintas fases de la anestesia (13). En situaciones donde el tratamiento habitual falló, el trabajo de *Borrell-Vega* demostró que el cambio a CVD restituyó el control hemodinámico de una forma inmediata (14). Más que reducir cifras, el fármaco mantuvo a los pacientes dentro del rango previsto con una regularidad superior, y lo hizo sin amplificar la respuesta simpática, algo especialmente valioso en territorios quirúrgicos donde la estabilidad es



un determinante crítico de seguridad.

### **Insuficiencia renal con hipertensión severa.**

En pacientes con insuficiencia renal, la hipertensión en el periodo perianestésico suele ser más frecuente, más difícil de controlar y asociarse con una mayor labilidad tensional, especialmente durante periodos de estrés quirúrgico, variaciones del volumen intravascular o analgesia insuficiente. En este contexto, resulta fundamental seleccionar un agente antihipertensivo que permita reducciones rápidas y controladas de la presión arterial sin depender del metabolismo o la eliminación renal. Como ya lo habíamos comentado, el análisis específico del estudio *velocity* en pacientes con disfunción renal mostró que CVD permitió un control tensional rápido, predecible y estable, sin inducir deterioro de la función renal ni generar efectos adversos clínicamente significativos. Su inicio de acción inmediato y su vida media ultracorta evitaron la acumulación del fármaco incluso en filtración glomerular reducida, y facilitaron alcanzar objetivos tensionales de forma precisa durante la labilidad propia del acto anestésico (11).

### **Feocromocitoma.**

Las cirugías de feocromocitoma representan uno de los entornos más desafiantes para el anestesiólogo debido a la liberación episódica y masiva de catecolaminas durante la inducción, la intubación y, especialmente, durante la manipulación tumoral. Estos episodios generan picos hipertensivos súbitos, de gran magnitud, que requieren un agente arterial de acción inmediata y ajuste fino para mantener la estabilidad hemodinámica sin comprometer la perfusión. La evidencia contemporánea proveniente de la serie de casos publicada por *García* mostró que CVD permitió controlar de manera rápida y estable las crisis hipertensivas en cirugías de feocromocitoma; en cada procedimiento, el fármaco proporcionó descensos tensionales modulables y proporcionales a la velocidad de infusión, sin episodios significativos de hipotensión de rebote, su vida media ultracorta resultó particularmente útil para responder de inmediato a las variaciones hemodinámicas propias de la manipulación adrenal (15). Por otro lado, el estudio preliminar de Paladino en adrenalectomía robótica mostró que CVD ofreció un control tensional seguro durante estímulos quirúrgicos prolongados y específicos; su administración en infusión continua permitió un ajuste progresivo y estable, reduciendo la variabilidad tensional en la fase crítica de

manipulación tumoral y proporcionando un entorno operatorio más controlado (16).

### **Crisis hipertensiva refractaria.**

CVD ha sido utilizado en crisis hipertensivas refractarias dentro del entorno perioperatorio cuando múltiples fármacos convencionales no logran controlar la tensión arterial. *López Pérez* documentó un escenario de este tipo, mostrando que, aun después del fracaso de varios antihipertensivos en dosis altas, la perfusión titulable de CVD permitió recuperar de forma rápida y segura el control tensional. Este reporte aporta evidencia directa de su utilidad como agente de rescate en situaciones de hipertensión severa no respondedora durante el manejo anestésico (17).

### **Trasplante.**

El reporte clínico de Pascual describió el uso intraoperatorio de CVD para controlar un episodio hipertensivo súbito durante un trasplante pancreatorrenal. En este escenario, el fármaco permitió una reducción tensional rápida y estable, con un ajuste preciso basado en incrementos graduales de la infusión. Los autores destacaron que el control se alcanzó sin episodios de hipotensión de rebote, preservando así la perfusión del injerto y manteniendo las condiciones hemodinámicas necesarias para una reperfusión segura. La cinética ultracorta del fármaco fue especialmente útil para adaptar la infusión a la evolución minuto a minuto del procedimiento (18).

### **Control tensional perioperatorio en población pediátrica.**

El manejo hemodinámico en cirugía pediátrica presenta retos particulares: la reserva fisiológica es menor, las variaciones circulatorias son más rápidas y los episodios hipertensivos suelen relacionarse con estímulos intensos como la laringoscopia, la insuficiencia analgésica o la manipulación quirúrgica directa. En este contexto, disponer de un agente arterial de acción inmediata y ajuste proporcional resulta especialmente valioso para evitar oscilaciones marcadas que puedan comprometer la estabilidad del niño. El análisis de *Tobías* describió la experiencia perioperatoria con CVD en niños sometidos a distintos tipos de cirugía, incluyendo procedimientos cardiovasculares y no cardiovasculares. Los autores documentaron que el fármaco permitió reducir la presión arterial de forma rápida y controlada, con una respuesta previsiblemente proporcional a los cambios de infusión. Esta relación lineal entre dosis y efecto facilitó modular el





tratamiento según la intensidad del estímulo quirúrgico, evitando descensos bruscos o variabilidad extrema (19).

### Hipotensión controlada.

En cirugías prolongadas de columna con sangrado potencialmente elevado y necesidad de mantener una perfusión estable del lecho quirúrgico, CVD ha sido empleado como agente principal para lograr un rango de presión arterial cuidadosamente reducido y sostenido durante todo el procedimiento. CVD se inició a dosis bajas y se tituló en incrementos pequeños hasta alcanzar el punto óptimo de presión, generalmente en menos de 10 minutos, manteniendo la estabilidad hemodinámica durante todo el procedimiento. Cuando el curso quirúrgico exigió elevar nuevamente la presión arterial, la reversión ocurrió con la misma velocidad con la que se había instaurado el control hipotensor, recuperándose rangos seguros en pocos minutos sin necesidad de intervenciones adicionales. Este comportamiento lo convirtió en un agente especialmente útil para apoyar estrategias de campo quirúrgico claro, reducir la variabilidad tensional transanestésica y permitir un control fino de la presión arterial en procedimientos ortopédicos mayores, preservando la estabilidad del paciente y facilitando la conducción anestésica en cirugías complejas de columna (20).

### Enfermedad hipertensiva del embarazo.

A pesar de la importancia clínica de los trastornos hipertensivos que rodean al embarazo, incluyendo preeclampsia, eclampsia y el síndrome HELLP, no se han publicado estudios, reportes de caso, series clínicas ni análisis observacionales que documenten el uso de CVD en mujeres embarazadas, en el periodo posparto o en el contexto posterior a cesárea. De igual forma, la literatura contemporánea en obstetricia y anestesia, que abarca guías norteamericanas, europeas y latinoamericanas, así como revisiones sistemáticas y documentos de sociedades especializadas, no menciona CVD como agente utilizado, evaluado o sugerido para el tratamiento de la hipertensión severa en este grupo de pacientes. Debido a ello, este escenario se clasifica de manera explícita como ausente de evidencia clínica directa. Cualquier mención sobre su posible utilidad debe permanecer en el terreno teórico y fisiológico, sin interferir con las recomendaciones establecidas por las guías obstétricas. Su inclusión en el manuscrito tiene como finalidad delimitar con claridad los alcances reales de la evidencia disponible y evitar extrapolaciones inapropiadas.

### Conclusiones.

El perfil farmacológico de CVD, con acción arterial selectiva, titulación precisa, metabolismo por esterasas, sin metabolitos activos y vida media ultracorta, permite un control tensional inmediato y proporcional a cada ajuste de la infusión. Esta característica resulta especialmente relevante en el periodo transanestésico, donde las variaciones hemodinámicas son frecuentes, rápidas y clínicamente significativas.

La evidencia contemporánea muestra un patrón fisiológico uniforme: reducciones tensionales rápidas, reversibles y con estabilidad adecuada incluso en escenarios de alta demanda hemodinámica. En un entorno donde los rangos tensionales estrechos y la baja variabilidad se asocian con mejores resultados, esta capacidad de ajuste preciso adquiere importancia operativa.

Los escenarios perianestésicos analizados, incluyendo neurocirugía, feocromocitoma, crisis hipertensiva refractaria, insuficiencia renal, trasplante, población pediátrica y procedimientos que requieren hipotensión controlada, demuestran que el comportamiento de CVD es consistente, modulable y predecible. Aunque la fortaleza de la evidencia difiere entre escenarios, la coherencia farmacodinámica se mantiene en todos los contextos documentados.

La revisión simultánea del embarazo estableció un límite claro: no existen publicaciones que evalúen su uso en mujeres gestantes o en el periodo posparto, por lo que este grupo debe excluirse de cualquier interpretación práctica.

En conjunto, la integración del fundamento molecular, su farmacocinética ultracorta y la evidencia disponible permite ubicar a CVD como un agente arterial capaz de ofrecer un control tensional preciso, compatible con la complejidad dinámica de la sala de anestesia. El análisis presentado proporciona un marco técnico trazable, útil para comprender su comportamiento durante el acto anestésico, dejando en manos del anestesiólogo la valoración crítica de su pertinencia dentro de la práctica basada en evidencia.

### Conflicto de intereses.

El autor reporta colaboración académica como ponente con *Chiesi México*. No existen otros relacionados con el contenido de este manuscrito, no se recibieron honorarios, apoyo financiero ni patrocinio alguno para su elaboración, y el autor declara una independencia total en la concepción, redacción y análisis del presente artículo.



## Bibliografía

1. Widiastuti M, Dharmadjadi BB, Hidayat M, Yanti M. The safety and efficacy of clevidipine for blood pressure control: A meta-analysis. *Scientific Reports* 2024; 14: 54667. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54667-9>
2. Bottussi A, D'Andria Ursileo J, Agosta VT, Piazza E, Mongardini E, Monaco F. Clevidipine for the management of hypertension in the perioperative cardiac and noncardiac surgical settings: A systematic review. *Frontiers in Medicine* 2025; 12: 1562681. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1562681>
3. Han X, Ma W, Wang B, Gu X, Wang G, Lin L, Huo Y. Efficacy and safety of a generic clevidipine in hypertensive urgencies and non-fulminant hypertensive emergencies: A phase III, multicenter, randomized, double-blind, positive drug parallel-controlled study. *Journal of Clinical Hypertension* 2025; 27(10): e70144. <https://doi.org/10.1111/jch.70144>
4. Aronson S, Dyke CM, Brolin TJ, Shaffer LE, Thisted RA, Bristow JD. (2008). The ECLIPSE trials: comparative studies of Clevidipine to nitroglycerin and sodium nitroprusside in the treatment of perioperative hypertension in cardiac surgery patients. *Anesth Analg* 2008;107(4): 1110–1121. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e31818065f7>
5. Aronson S, Dyke CM, Stierer K A, Levy JH, Cheung AT, Lumb PD, Aronson JL. (2009). The safety and efficacy of Clevidipine in the treatment of acute perioperative hypertension in cardiac surgery patients: Results of the randomized, double-blind ECLIPSE trials. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2009; 23(4): 514–521. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2009.02.007>
6. Aronson S, Levy J H, Lumb PD, Dyke CM, Stierer T, Cheung AT, Aronson JL. The relationship between perioperative systolic blood pressure variability and 30-day mortality in cardiac surgery patients. *Anesth Analg* 2011; 112(6): 1394–1402. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31820f8c44>
7. Aronson S, Levy JH, Lumb PD, Dyson CM, Stierer T. Variability in perioperative blood pressure and its relationship to hospital length of stay and ventilator hours. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2014;28(2): 250–257. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2013.04.019>
8. Levy JH., et al. (2007). Clevidipine in preoperative hypertension: The efficacy study of Clevidipine assessing its preoperative antihypertensive effect in cardiac surgery-1 (ESCAPE-1). *Anesth Analg*. 105(4), 918–926. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000281443.13712.b9>
9. Singla N, Warltier DC, Gandhi SD, Lumb PD, Sladen RN, Aronson S, Newman MF, Corwin HL. Treatment of acute postoperative hypertension in cardiac surgery patients: The ESCAPE-2 trial. *Anesth Analg* 2008; 107: 59–67. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3181732e53>
10. Peacock FW IV, Varon J, Ebrahimi R, Dunbar L, Pollack CV Jr. Clevidipine for severe hypertension in acute heart failure: A VELOCITY trial analysis. *Congestive Heart Failure* 2010; 16(2): 55–59. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7133.2009.00133.x>
11. Peacock WF IV, Varon J, Ebrahimi R, Dunbar L, Pollack CV Jr. Clevidipine for severe hypertension in patients with renal dysfunction: A VELOCITY trial analysis. *Blood Pressure Supplement* 2011; 20(Suppl 1), 20–25. <https://doi.org/10.3109/08037051.2010.539317>
12. Graffagnino, C., Bergese, S., Love, J., Schneider, D., Lazaridis, C., LaPointe, M., Lee, K., Lynch, G., Hu, M.-Y., & Williams, G. C. (2013). Clevidipine rapidly and safely reduces blood pressure in acute intracerebral hemorrhage: The ACCELERATE trial. *Cerebrovascular Diseases*, 36(3), 173–180. <https://doi.org/10.1159/000351149>
13. Bekker A, Didehvar S, Kim S, Golfinos JG, Parker E, Sapson A, Haile M, Kline R, Lee M. Efficacy of clevidipine in controlling perioperative hypertension in neurosurgical patients: Initial single-center experience. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology* 2010; 22(4): 330–335. <https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e3181e3077b>
14. Borrell-Vega J, Uribe AA, Palettas M, Bergese SD. Clevidipine use after first-line treatment failure for perioperative hypertension in neurosurgical patients: A single-center experience. *Medicine* 2020; 99(1): e18541. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018541>
15. Luis-García C, Arbonés-Aran E, Moreno-Martínez CE, Trillo-Urrutia L. Clevidipine as an antihypertensive drug in three pheochromocytoma surgeries: Case series. *Colombian Journal of Anesthesiology* 2020; 48(4): e937. <https://doi.org/10.5554/22562087.e937>
16. Paladino NC, et al. Robotic adrenalectomy and clevidipine: A new frontier in pheochromocytoma management. Preliminary study. *Journal of Clinical Medicine* 2025; 14(4): 1103. <https://doi.org/10.3390/jcm14041103>
17. López Pérez V, Tebar Cuesta MY, Mesa Ruiz JL, Arcas Bellas JJ. Manejo de la crisis hipertensiva con clevidipina en el entorno perioperatorio de un paciente en estado crítico no respondedor a dosis elevadas de nitroglicerina, labetalol, urapidil, doxazosina y furosemida. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación (English Edition)* 2021; 68(4): 239–240. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2020.06.006>
18. Pascual MJ, Sastre JA, Calvo JM. Intraoperative clevidipine use to manage an acute hypertensive episode in a patient with a simultaneous kidney-pancreatic transplant. *Journal of Clinical Anesthesia* 2018; 45: 53–54. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2017.11.017>
19. Tobias JD, Tulman DB, Bergese SD. Clevidipine for perioperative blood pressure control in infants and



- children. *Pharmaceuticals* 2013; 6(1): 70–84. <https://doi.org/10.3390/ph6010070>
20. Kako H, Gable A, Martin D, Beebe A, Thung A, Samora W, Klamar J, Bhalla T, Tobias JD. A prospective, open-label trial of clevidipine for controlled hypotension during posterior spinal fusion. *Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics* 2015; 20(1): 54–60. <https://doi.org/10.5863/1551-6776-20.1.54>







## Evidencia Actual Sobre el Uso de Palmitoiletanolamida Para el Manejo del Dolor Crónico.

### Current Evidence on the Use of Palmitoylethanolamide for the Management of Chronic Pain.

Gustavo Adolfo Beas Magdaleno<sup>1</sup>, Silver Balcázar De León<sup>2</sup>, Luz Marina Sotelo Valenzuela<sup>3</sup>. <sup>1</sup>Anestesiólogo, Especialista en Dolor y Cuidados Paliativos, Hospital San Javier, Guadalajara, Jalisco, México. <sup>2</sup>Anestesiólogo, Especialista en Dolor y Cuidados Paliativos, Centro Médico del Dolor, Monterrey, Nuevo León. <sup>3</sup>Anestesiólogo, Especialista en Dolor y Cuidados Paliativos, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Lima, Perú.

**Anestesia en México 2026;38(1): 30-39.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-005>

*Fecha de recepción: Julio 2025, fecha de revisión, septiembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*  
gbm90@outlook.com

#### Resumen

La palmitoiletanolamida (PEA) es un análogo de la anandamida y miembro del sistema endocannabinoide extendido, presente en tejidos de mamíferos. Se produce como respuesta protectora ante lesiones, inflamación y dolor, aunque en condiciones crónicas puede haber "agotamiento" de PEA. Existe evidencia en la literatura sobre su eficacia en dolor crónico; tal evidencia proviene de ensayos cuasiexperimentales y ensayos clínicos controlados. Los estudios cuasiexperimentales demuestran eficacia en endometriosis en combinación con otros compuestos. Los ensayos clínicos con PEA sola reportan resultados positivos en dolor crónico de diversas etiologías, siendo comparable o superior a terapias estándar en condiciones como artrosis temporomandibular, dolor en población geriátrica, síndrome de boca ardiente, neuropatía diabética y

osteoartritis de rodilla. Los estudios con PEA combinan la evidencia de los beneficios en prostatitis crónica, vulvodinia, dismenorrea primaria, dolor neuropático de origen central por esclerosis múltiple y síndrome del intestino irritable. Las dosis efectivas oscilaron entre 300-600 mg/día, con duraciones de tratamiento de 2-12 semanas. El perfil de seguridad de la PEA es favorable, sin eventos adversos significativos reportados. La PEA actúa sobre receptores PPAR- $\alpha$  y GPR55 e indirectamente sobre CB1, CB2 y TRPV, suprimiendo la inflamación mediante regulación de mediadores inflamatorios y modulación de la activación glial.

**Palabras clave.** Palmitoiletanolamida, endocannabinoides, dolor crónico, tratamiento, evidencia.

#### Abstract

Palmitoylethanolamide (PEA) is an anandamide analogue



and member of the extended endocannabinoid system, present in mammalian tissues. It is produced as a protective response to injury, inflammation and pain, although in chronic conditions there may be "depletion" of PEA. There is evidence in the literature about its efficacy in chronic pain; such evidence comes from quasi-experimental trials and controlled clinical trials. Quasi-experimental studies demonstrate efficacy in endometriosis in combination with other compounds. Clinical trials with PEA alone report positive results in chronic pain of various etiologies, being comparable or superior to standard therapies in conditions such as temporomandibular joint osteoarthritis, geriatric pain, burning mouth syndrome, diabetic neuropathy and knee osteoarthritis. Studies with combined PEA show benefits in chronic prostatitis, vulvodynia, primary dysmenorrhea, chronic pain of central origin in multiple sclerosis and irritable bowel syndrome. Effective doses ranged from 300-600 mg/day, with treatment durations of 2-12 weeks. The safety profile of PEA is favorable, with no significant adverse events reported. PEA acts on PPAR- $\alpha$  and GPR55 receptors and indirectly on CB1, CB2 and TRPV, suppressing inflammation by regulating inflammatory mediators and modulating glial activation.

**Keywords:** Palmitoylethanolamide, endocannabinoids, chronic pain, treatment, evidence.

## Introducción

Según la *International Association for the Study of Pain (IASP)*, el dolor se define como "es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada o similar a la asociada a una lesión tisular real o potencial" (1); mientras que dolor crónico se define como aquel dolor que dura al menos 3 a 6 meses, o que persiste más allá del tiempo esperado (2).

El dolor crónico en diversas patologías tiene una etiología poco clara, pero existe consenso de la interacción de factores biológicos, psicológicos y sociales (3). El dolor crónico se clasifica según su etiología en dolor crónico primario, cuya causa no está clara; dolor crónico secundario que ocurre cuando el dolor es un síntoma de una afección subyacente, y otros factores como la sensibilización central, factores psicológicos e influencias ambientales (4).

El dolor crónico representa una enorme carga personal y económica y afecta a más del 30% de la población mundial, con tasas de prevalencia que varían entre el 11 % y el 40 % (5). En el Reino Unido, por ejemplo, el dolor

crónico afecta a entre el 13 y 50 % de los adultos, y de estos, entre el 10.4 y el 14.3 % presentan dolor crónico incapacitante de moderado a severo (6).

En México, los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía indican que entre el 25 y 27 % de la población sufre algún tipo de dolor, de los cuales los que reciben tratamiento para dolor crónico es el 14 % (7).

Las personas con dolor crónico muestran percepciones desfavorables de la salud, creencias negativas para afrontar el dolor, angustia psicológica, ansiedad, depresión e interferencia en las actividades generales, lo que disminuye su calidad de vida (8). Por otro lado, el impacto económico del dolor crónico es grande por los gastos en medicamentos para controlarlo o por la incapacidad de trabajar (9).

El tratamiento del dolor crónico es importante debido a sus efectos sobre el bienestar individual, la salud social y la estabilidad económica (10). Un tratamiento eficaz puede mejorar la calidad de vida, restablecer la funcionalidad y reducir la carga sobre los sistemas de atención sanitaria y la sociedad en su conjunto (11). En este estudio, se revisa la evidencia actual sobre el uso de palmitoiletanolamida para el manejo del dolor crónico.

## Fisiopatología del dolor crónico

El proceso doloroso surge por estimulación de los nociceptores periféricos, los cuales se encuentran distribuidos ampliamente en el cuerpo (12). El proceso doloroso consta de cuatro fases, la primera es la transducción, por la cual el estímulo nociceptivo es convertido en señal eléctrica a partir de un patrón molecular asociado a daño (DAMP) (13). La segunda fase es la transmisión, en la cual la señal será hacia la médula espinal y asciende al tálamo y la corteza cerebral (13). En la tercera fase llamada modulación participan fibras periféricas y vías descendentes que alivian el dolor mediante la liberación de endorfinas (13). En la cuarta fase, el tálamo recibe las señales e inicia el proceso de interpretación para posteriormente transmitir las a la corteza cerebral; a esta fase se le conoce como percepción (13).

En el dolor crónico, el término sensibilización central indica que las neuronas de la médula espinal se vuelven hiperexcitables con el tiempo después de una lesión (14). La sensibilización central puede mantenerse con o sin estímulos periféricos continuos, como resultado de cambios químicos, estructurales y funcionales en el sistema nervioso central que conducen en última instancia

a un estado persistente y aumentado de reactividad neuronal (15). En este estado fisiopatológico, el sistema nervioso central está hiperexcitado incluso en ausencia de estímulos sensoriales (15). Esta amplificación a menudo conduce a dolor crónico, generalizado y migratorio, fatiga crónica, hiperreactividad sensorial y muchos otros síntomas (15).

Por lo tanto, los pacientes con sensibilización central pueden percibir dolor de estímulos normalmente no dolorosos (alodinia) y experimentar mayor dolor de estímulos dolorosos (hiperalgesia) (15). Las neuronas afectadas pueden tener actividad autónoma espontánea, umbrales más bajos para la activación o el dolor y campos receptivos más amplios (15).

## Componentes del sistema endocannabinoide

### Principales endocannabinoides

El sistema endocannabinoide (SEC) modula funciones fisiológicas críticas como el dolor, la saciedad, el miedo, la memoria y la inflamación (16). Los principales objetivos de este incluyen el cerebro, la médula espinal, los adipocitos, los hepatocitos, las células endoteliales y el sistema inmunológico (16).

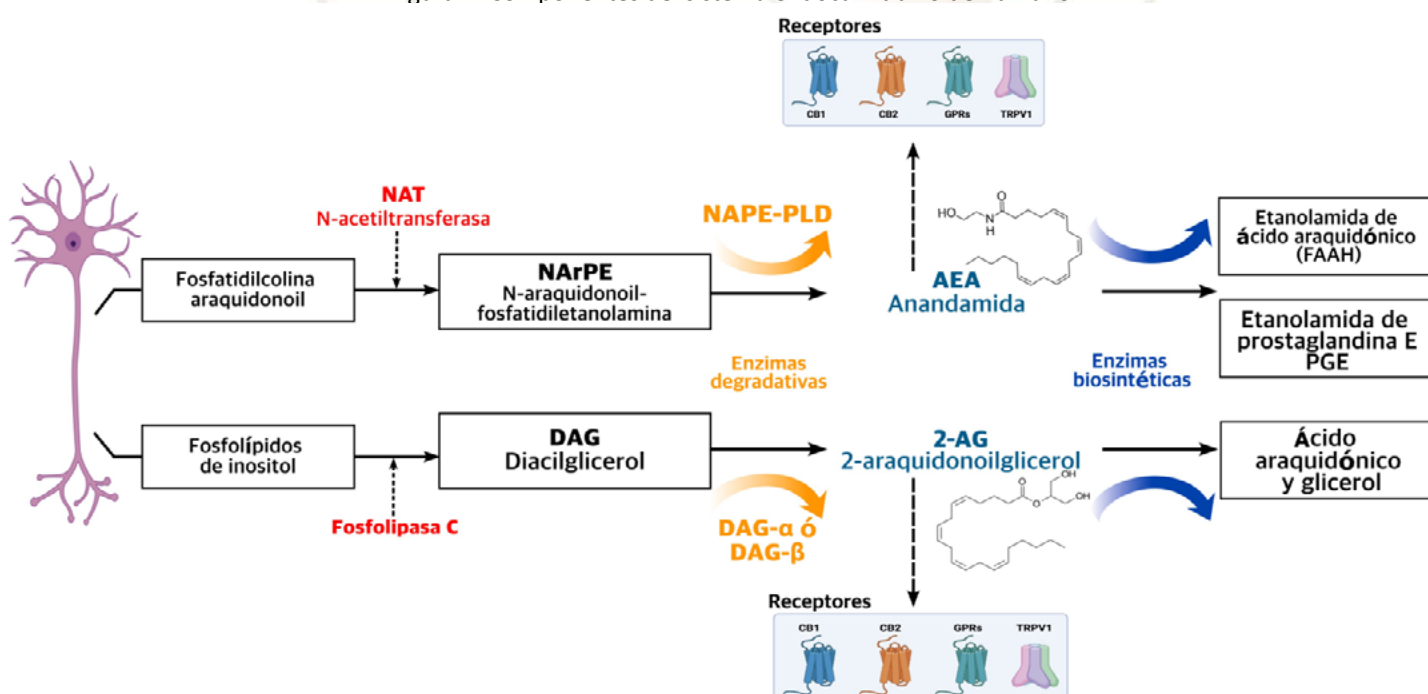
El SEC está integrado por moléculas lipídicas bioactivas denominadas endocannabinoides (o cannabinoides

endógenos), las enzimas responsables de su biosíntesis y degradación, y los receptores endocannabinoides que impulsan su señalización descendente constituyen esencialmente el SEC (17). Los principales endocannabinoides son: 1. La *N-araquidoniletanolamina* (AEA) o anandamida [que fue el primer endocannabinoide descubierto a partir de extractos de cerebro porcino], 2. El 2-araquidonilglicerol (2-AG) [aislado por primera vez del intestino canino y está presente en una concentración 170 veces mayor que la anandamida en el lisado cerebral] y 3. Otros como el éter de *noladina*, *virodamina* y la *N-araquidonoil dopamina* (18) (Figura 1).

### Enzimas generadoras de endocannabinoides

Los endocannabinoides se sintetizan a partir de precursores de membrana en respuesta a estímulos (19). Existen diferentes vías para la biosíntesis de AEA, y la *N*-acil-fosfatidiletanolamina (NAPE) actúa como precursora de todas ellas (19). La vía de la fosfolipasa D (NAPE-PLD) consiste en una enzima que actúa sobre NAPE para producir AEA y ácido fosfatídico (20). NAPE-PLD es un miembro de la familia de hidrolasas  $\beta$ -lactamasas, que es estimulada por el calcio y altamente expresada en el cerebro, bazo, riñón, hígado, pulmón y corazón (20) (Figura 1).

Figura 1: Componentes del sistema endocannabinoide humano.



Fuente: Elaboración propia.





La biosíntesis de 2-AG implica la hidrólisis del fosfolípido de membrana 1-estearoil-2-araquidonoil-sn-glicerol seguida de una escisión adicional del producto 1,2-diacylglicerol por la diacylglicerol lipasa (DAGL) para producir 2-AG (20). Por otro lado, la amida hidrolasa de ácidos grasos (FAAH) es una enzima de membrana que se encarga de hidrolizar la AEA y los lípidos de señalización *amidados* (21) [Figura 1].

### Receptores del sistema endocannabinoide

Existen varios receptores del sistema endocannabinoide que incluyen el receptor cannabinoide 1 (CB1), el receptor cannabinoide 2 (CB2), el receptor huérfano acoplado a proteínas G 55 (GRP55), el receptor de potencial transitorio *vanilloide* 1 (TRPV1) y receptores activados por proliferadores de *peroxisomas* (PPARs) que son receptores acoplados a la proteína G que utilizan proteínas Gi/o para transmitir la señal intracelular (22). Estos receptores inhiben la adenilato ciclasa y ciertos canales de calcio sensibles al voltaje, estimulan las proteínas quinasas activadas por mitógenos (MAP quinasas) y los canales de potasio rectificadores internos (GIRK), y reclutan beta-arrestinas, entre otras acciones (22). Los receptores CB1 están enriquecidos en el sistema nervioso, pero también en el hígado, tejido adiposo, piel, etc. (23). En las neuronas adultas del SNC, el CB1 es más abundante (Figura 1).

### Participación del sistema endocannabinoide en el dolor y en el dolor crónico

Los endocannabinoides endógenos, y los exógenos como el THC y el *cannabidiol* (CBD), son ingredientes activos del cannabis que se ha encontrado modulan el dolor (24). Estos compuestos actúan para disminuir la nocicepción y la frecuencia de los síntomas a través del sistema endocannabinoide (24).

La unión de los endocannabinoides a los receptores CB1 y CB2 produce un efecto inhibitorio neto sobre la actividad celular a través de varios mecanismos, incluida la inhibición de la formación de AMPc mediada por la *adenilato ciclasa* y la modulación de los canales de potasio y calcio; ello reduce la transmisión de señales de dolor (25). Por otro lado, los endocannabinoides actúan en las células inmunes suprimiendo la liberación de citocinas proinflamatorias y reduciendo el dolor inflamatorio (26). Los endocannabinoides también interactúan con otros receptores, como el receptor de potencial transitorio *vanilloide* 1 (TRPV1), que influye en la percepción del dolor (26).

Se ha identificado una desregulación del SEC en condiciones como la fibromialgia, el dolor neuropático, la migraña y enfermedades inflamatorias (27). Se ha establecido que el dolor crónico, al menos en parte, surge de deficiencias en los niveles de endocannabinoides, lo que conduce a una regulación deficiente del dolor (28). En el dolor crónico, la microglia y los astrocitos son clave en el desarrollo y mantenimiento del dolor; la microglía es la primera en activarse tras una lesión nerviosa o inflamación y como resultado libera factores como TNF- $\alpha$  e IL-1 $\beta$ , que activan a los astrocitos perpetuando la respuesta inflamatoria y conduciendo a dolor crónico (29). Por el contrario, la activación de CB2 reduce la activación glial y la neuroinflamación mediante reducción de la liberación de glutamato y citocinas proinflamatorias como TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6 (30).

### Palmitoiletanolamida (PEA) para dolor crónico

La *N*-palmitoiletanolamina (PEA), es un análogo corto y completamente saturado de la anandamida (31). También se conoce como lípido bioactivo del “sistema endocannabinoide extendido” (31). Este compuesto es un miembro de las *N*-aciletanolaminas, que se encuentran en la mayoría de los tejidos de los mamíferos (32). La PEA se acumula durante la inflamación y se ha demostrado que tiene una serie de efectos antiinflamatorios, incluidos efectos benéficos en modelos animales clínicamente relevantes de dolor inflamatorio (32).

En humanos, la biosíntesis de PEA ocurre a través de la hidrólisis de su precursor fosfolípido directo, *N*-palmitoil-fosfatidil-etanolamina, por la acción de la NAPE-PLD, muy similar a la síntesis de AEA (33). Pero la PEA también puede obtenerse a partir de la leche, huevo, frijol, jitomate, maíz, soya, cacahuate y alimentos similares (33). El aislamiento de la PEA se realiza como cualquier otro lípido, mediante extracción con solventes orgánicos como hexano, fraccionamiento mediante cromatografías y purificación (34). La síntesis química parte de ácido palmítico y etanolamina en donde se debe formar un enlace amida entre el grupo carboxilo del ácido palmítico y el grupo amina de la etanolamina (35). Esto se logra a través de reacciones de condensación o amidación con subsecuente purificación mediante recristalización o cromatografía (36).

La PEA se produce como una respuesta protectora a lesiones, inflamación y dolor (37). Sin embargo, cuando el dolor es prolongado, puede desarrollarse un “agotamiento” de la



PEA (37), en consecuencia, en condiciones inflamatorias crónicas se presentan niveles más bajos de PEA (38), por lo que la administración exógena puede ayudar a reponer los niveles de PEA endógena, restaurando sus efectos protectores, antiinflamatorios y analgésicos (38).

La PEA actúa directamente sobre los receptores PPAR- $\alpha$  y GPR55 e indirectamente sobre los receptores CB1, CB2 y TRPV (39). Suprime la inflamación al regular a la baja mediadores como las enzimas ciclooxigenasas, citocinas proinflamatorias (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6) e inhibe la activación de la microglía, los astrocitos y la liberación de glutamato que participan en la fisiopatología del dolor crónico (39) (Figura 2).

### Resultados de ensayos clínicos del uso de Palmitoiletanolamida (PEA) para el tratamiento de dolor crónico

Encontramos durante la revisión de literatura 16 reportes que evaluaron la efectividad del uso de PEA para el tratamiento de dolor crónico; algunos cuasiexperimentales (con solo un grupo, en el cual se realizó una evaluación antes y otra posterior al tratamiento). Otros fueron ensayos clínicos que compararon la efectividad del uso de PEA solo o combinado *versus* placebo o *versus* otros tratamientos analgésicos.

### Estudios cuasiexperimentales (un grupo con evaluaciones antes y después)

Dos estudios evaluaron la eficacia de la PEA como tratamiento único para dolor crónico, sin grupo de comparación. Lo Monte et al. (2013) administraron un tratamiento combinado de PEA 400 mg combinado con *polidatina* 40 mg durante 90 días consecutivos en pacientes con endometriosis, encontrando una reducción significativa de la dismenorrea y la dispareunia (40). Caruso et al. (2015) administraron un tratamiento combinado de 300 mg de PEA y 300 mg de ácido *lipoico* dos veces al día a pacientes con endometriosis observando reducción significativa del dolor y mejoría la calidad de vida a los 6 y 9 meses de tratamiento, sin presencia de efectos adversos (41). Por lo que, la evidencia cuasiexperimental indica que el PEA combinado es efectivo.

### Estudios clínicos controlados aleatorizados con PEA sola

Ocho ensayos clínicos aleatorizados compararon la PEA *versus* placebo o tratamiento analgésico estándar. Gatti y cols. et al. (2012) administraron PEA 600 mg dos

veces al día durante 3 semanas seguidas de 600 mg en dosis diaria única durante 4 semanas; o PEA en las mismas dosis adicionado a terapias analgésicas estándar [como anticonvulsivantes y opioides] en pacientes con dolor crónico de diversas etiologías [radiculopatía, osteoartritis, herpes zoster, neuropatía diabética y oncológico]. Encontraron que, la PEA administrada sola o en combinación con terapias estándar fueron efectivas para reducir significativamente el dolor desde 6.4 hasta 2.5 puntos en ambos grupos. Importantemente, la PEA sola fue igual de efectiva que combinada con terapias estándar (42).

Marini et al. (2012) compararon 300 mg de PEA en la mañana más 600 mg en las noches por siete días; y posteriormente 300 mg cada 12 horas por otros siete días; *versus* 600 mg de ibuprofeno en pacientes con artrosis de la articulación temporomandibular. Encontraron una disminución del dolor a las 2 semanas en ambos grupos, pero la reducción fue significativamente mayor con PEA (43). Germini et al. (2017) compararon PEA 600 mg cada 12 horas con placebo dos veces al día por dos semanas para tratamiento de dolor crónico en pacientes geriátricos; encontraron una reducción leve pero estadísticamente significativa en pacientes que recibieron PEA (44). Faig-Martí et al. (2017) administraron PEA 300 mg cada 12 horas durante 60 días *versus* placebo cada 12 horas en pacientes con síndrome de túnel carpiano. No encontraron diferencias significativas en dolor, pero sí una disminución de la gravedad de los síntomas y mejoría funcional evaluados con el Cuestionario de Boston (45). Ottaviani et al. (2019) compararon PEA 600 mg cada 12 hora *versus* placebo dos veces al día durante 60 días en pacientes con síndrome de boca ardiente [caracterizado por dolor neuropático crónico] encontrando una reducción significativa de los síntomas en el grupo PEA comparado con el placebo (46). Pickering et al. (2022) compararon 600 mg de PEA diariamente, durante ocho semanas *versus* placebo en pacientes diabéticos con neuropatía periférica (ND) encontrando una reducción significativa del dolor neuropático evaluado con escalas específicas para ND y para cualquier tipo de dolor neuropático; esto acompañado de reducción de inflamación y mejoría del estado de ánimo y el sueño (47). Steels et al. (2019) compararon 300 mg de PEA diarios *versus* 600 mg de PEA diarios *versus* placebo durante ocho semanas en pacientes con osteoartritis de rodilla. Ambas dosis de PEA redujeron significativamente el dolor, la rigidez, síntomas de ansiedad y mejoraron la



funcionalidad; además, el medicamento fue bien tolerado (48). Por su parte, Andresen et al. (2016) compararon 600 mg de PEA *ultramicronizada* cada 12 horas *versus* placebo para dolor neuropático relacionado con lesión de médula espinal; aunque no observaron diferencia significativa en la intensidad del dolor entre grupos y no hubo eventos adversos relacionados con el tratamiento (49).

### Estudios clínicos aleatorizados con tratamiento combinado

Seis ensayos clínicos controlados compararon la PEA más otro tratamiento *versus* placebo. Cobellis et al. (2011) compararon PEA 400 mg más *transpolidatina* 40 mg cada 12 horas por tres meses *versus* placebo *versus* celecoxib 200 mg cada 24 horas por siete días en pacientes con endometriosis. La combinación de PEA más *transpolidatina* fue más efectiva que el placebo, pero el celecoxib fue más efectivo que la combinación (50). Giammusso et al. (2017) compararon 300 mg de PEA más ácido alfa-lipoico 300 mg *versus* *Serenoa Repens* 320 mg durante 12 semanas en pacientes con prostatitis crónica o síndrome de dolor pélvico crónico; encontraron que el tratamiento con PEA redujo los síntomas prostáticos, el dolor y mejoró la calidad de vida en comparación con *Serenoa Repens* (51). Murina et al. (2013) administraron la combinación de PEA 400 mg más *transpolidatina* 40 mg cada 12 horas durante 60 días y la compararon con placebo más TENS (Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea) en mujeres con *vestibulodinia*. Encontraron que tanto la TENS como la combinación de PEA más *transpolidatina* redujeron la dispareunia de manera similar, pero la adición de PEA + *transpolidatina* al TENS ofreció un valor agregado para el tratamiento de *vestibulodinia* de reciente diagnóstico y en recaídas (52). Tartaglia et al. (2015) compararon PEA 400 mg más *transpolidatina* 40 mg *versus* placebo para el tratamiento de la dismenorrea primaria. Reportaron una mejoría del dolor pélvico significativo en el 98.18 % de las pacientes con tratamiento *versus* 56.36 % de las tratadas con placebo (53). Orefice, et al. (2016) compararon un tratamiento de PEA + IFN- $\beta$ 1 *versus* placebo más IFN- $\beta$ 1 para el tratamiento de eritema y dolor de origen central por esclerosis múltiple; encontrando que la PEA indujo una reducción de dolor sin reducción del eritema (54). Finalmente, Cremon et al. (2017) combinaron la PEA más polidatina 200 mg/20 mg cada 12 horas y la compararon con placebo durante 12 semanas en pacientes con síndrome del intestino irritable, logrando una reducción

significativa de dolor abdominal con PEA más polidatina (55) (Figura 2). En cuanto a eventos adversos, no se reportaron eventos adversos con la administración de PEA en ninguno de los estudios evaluados. Por lo que, la PEA administrada por vía oral es segura.

Por tanto, la evidencia encontrada sobre la eficacia de PEA para el dolor crónico muestra resultados prometedores. Los estudios cuasiexperimentales demuestran que la PEA es eficaz para el tratamiento de dolor en endometriosis y mejora la calidad de vida, sin efectos adversos. En los ensayos clínicos en que se evaluó la eficacia de PEA sola se demostraron resultados positivos en condiciones que cursan con dolor crónico de múltiples etiologías. Entre otros resultados, se han encontrado efectos similares a terapias analgésicas estándar, efectos superiores a ibuprofeno en artrosis temporomandibular y reducciones significativas de dolor crónico geriátrico, síndrome de boca ardiente, neuropatía diabética y osteoartritis de rodilla. La dosis efectiva en estas condiciones oscila entre 300 mg y 600 mg cada 12 horas. Sin embargo, los resultados fueron mixtos o neutros en síndrome del túnel carpiano (donde mostró mejoría funcional pero no del dolor) y sin respuesta en el dolor neuropático por lesión medular.

Por otro lado, estudios clínicos con PEA combinada también mostraron resultados positivos en prostatitis crónica/dolor pélvico, vulvodinia (en combinación con TENS), dismenorrea primaria, síndrome del intestino irritable y dolor de origen central por esclerosis múltiple y endometriosis. La dosis efectiva es de 300-600 mg/día, con duraciones de tratamiento de entre dos y 12 semanas. Por tanto, la evidencia sugiere mayor efectividad de la PEA combinada en dolor neuropático, musculoesquelético y pélvico/ginecológico. Además, es evidente que el perfil de seguridad de la PEA es favorable, siendo generalmente bien tolerado y con escasos efectos adversos reportados. La PEA demuestra ser eficaz tanto en monoterapia como en combinación para el tratamiento de dolor crónico, representando una alternativa viable a tratamientos convencionales, especialmente en poblaciones que requieren opciones seguras como ancianos o pacientes con comorbilidades (Figura 2).

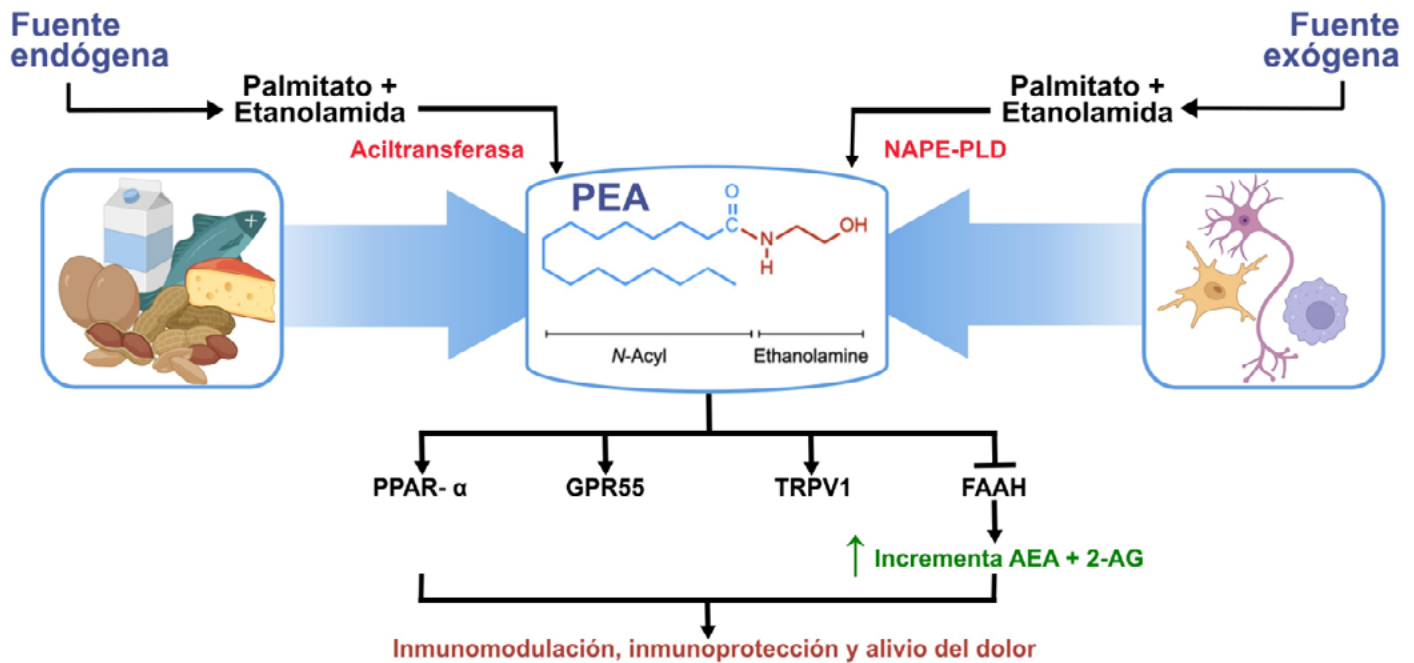
### Conclusión

La PEA es una alternativa terapéutica eficaz y segura para el tratamiento del dolor crónico, tanto en monoterapia como en combinación. Su eficacia es particularmente notable en dolor neuropático, musculoesquelético y pélvico/ginecológico. Representa una opción viable





Figura 2: Origen, síntesis, receptores y efectos de PEA en dolor crónico.



Fuente: Elaboración propia.

especialmente en poblaciones que requieren opciones seguras como ancianos o pacientes con comorbilidades.

**Conflicto de interés.** Ninguno que declarar.

**Financiamiento.** Ninguna fuente de financiamiento.

**Tabla 1. Estudios que reportan el uso de PEA para el manejo de dolor crónico**

Condición	Estudio	Efecto
Neuropatía	Pickering, 2022	Reducción significativa de dolor neuropático periférico en diabetes
	Germini, 2017	Pequeño efecto significativo en algunos pacientes de edad avanzada
	Faig-Martí, 2017	Mejoría en la escala de severidad y función del túnel carpiano
Osteoartritis	Steels, 2019	Disminución de dolor y rigidez en OA de rodilla con 300 y 600 mg/día de PEA
	Marini, 2012	Mayor reducción de dolor con PEA vs ibuprofeno en OA de ATM
Endometriosis	Cobellis, 2011	Mayor reducción de dismenorrea y dispareunia que placebo
	Lo Monte, 2013	Disminución de dismenorrea y dispareunia
	Caruso, 2015	Reducción de dolor a 6 y 9 meses y de la calidad de vida
	Tartaglia, 2015	Mejoría de dolor en 98.18% de los casos vs 56.36% con placebo

ATM: articulación temporo-mandibular; OA: osteoartritis; PEA: palmitoiletanolamida



## Referencias

- Vidal Fuentes J. Versión actualizada de la definición de dolor de la IASP: un paso adelante o un paso atrás. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*. 2020; doi: org/10.20986/resed.2020.3839/2020
- Treede RD, Rief W, Barke A, Aziz Q, Bennett MI, Benoliel R, et al. Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *Pain*. 2019;160(1):19–27. doi: 10.1097/j.pain.0000000000001384.
- Linton SJ, Flink IK, Vlaeyen JWS. Understanding the etiology of chronic pain from a psychological perspective. *Phys Ther*. 2018;98(5):315–324. doi: 10.1093/ptj/pzy027.
- Treede RD, Rief W, Barke A, Aziz Q, Bennett MI, Benoliel R, et al. A classification of chronic pain for ICD-11. *Pain*. 2015; 156(6):1003–7. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000000160
- Cohen SP, Vase L, Hooten WM. Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. *The Lancet*. 2021; 397(10289):2082–97. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00393-7
- Mills SEE, Nicolson KP, Smith BH. Chronic pain: a review of its epidemiology and associated factors in population-based studies. *Br J Anaesth*. 2019;123(2):e273–83. DOI: 10.1016/j.bja.2019.03.023
- Liñeiro MG, Santos Garcia JB, Narváez Tamayo MA, et al. Map of pain education in Latin America: current state and perspectives. *Pain Manag*. 2023;13(3):193–199. doi:10.2217/pmt-2022-0102 DOI: 10.2217/pmt-2022-0102
- Von Korff M, DeBar LL, Krebs EE, Kerns RD, Deyo RA, Keefe FJ. Graded chronic pain scale revised: mild, bothersome, and high-impact chronic pain. *Pain*. 2020;161(3):651–61. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001758
- Sovaila S, Purcarea A, Neculau A. Chronic pain, a narrative review for the internist in 2024. *Romanian Journal of Internal Medicine*. 2024;62(2):124–37. DOI: 10.2478/rjim-2023-0035
- Danilov A, Danilov A, Barulin A, Kurushina O, Latysheva N. Interdisciplinary approach to chronic pain management. *Postgrad Med*. 2020;132(sup3):5–9. DOI: 10.1080/00325481.2020.1757305
- Knopp-Sihota JA, MacGregor T, Reeves JTH, Kennedy M, Saleem A. Management of Chronic Pain in Long-Term Care: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc*. 2022; 23(9):1507–1516.e0. DOI: 10.1016/j.jamda.2022.04.008
- Kang Y, Trewern L, Jackman J, McCartney D, Soni A. Chronic pain: definitions and diagnosis. *BMJ*. 2023; e076036. DOI: 10.1136/bmj-2023-076036
- Montiel DA, Castillo AA. El dolor desde la perspectiva del estudiante de medicina: una revisión del concepto, fisiopatología, clasificación, taxonomía y herramientas para su medición. *Archivos en Medicina Familiar*. 2021;23(3):157–62.
- Allegri M, Clark MR, De Andrés J, Jensen TS. Acute and chronic pain: where we are and where we have to go. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78(2):222–35.
- Volcheck MM, Graham SM, Fleming KC, Mohabbat AB, Luedtke CA. Central sensitization, chronic pain, and other symptoms: Better understanding, better management. *Cleve Clin J Med*. 2023; 90(4):245–54. DOI: 10.3949/ccjm.90a.22019
- Busquets-García A, Bolaños JP, Marsicano G. Metabolic messengers: endocannabinoids. *Nat Metab*. 2022;4(7):848–55. DOI: 10.1038/s42255-022-00600-1
- Lannotti FA. Cannabinoids, Endocannabinoids, and Synthetic Cannabimimetic molecules in neuromuscular disorders. *Int J Mol Sci*. 2023; 25(1):238. DOI: 10.3390/ijms25010238
- Suchopár J, Laštůvka Z, Mašková S, Alblová M, Pařízek A. Endocannabinoids. *Ceska Gynekol*. 2021; 86(6):414–20. DOI: 10.48095/cccg2021414
- Simard M, Archambault AS, Lavoie JPC, Dumais É, Di Marzo V, Flamand N. Biosynthesis and metabolism of endocannabinoids and their congeners from the monoacylglycerol and N-acyl-ethanolamine families. *Biochem Pharmacol*. 2022;205:115261. DOI: 10.1016/j.bcp.2022.115261
- Rahaman O, Ganguly D. Endocannabinoids in immune regulation and immunopathologies. *Immunology*. 2021;164(2):242–52. DOI: 10.1111/imm.13378
- Rodrigues RJ, Marques JM, Köfalvi A. Cannabis, Endocannabinoids and Brain Development: From Embryogenesis to Adolescence. *Cells*. 2024;13(22):1875. DOI: 10.3390/células13221875
- Lu HC, Mackie K. An Introduction to the endogenous cannabinoid system. *Biol Psychiatry*. 2016;79(7):516–25. DOI: 10.1016/j.biopsych.2015.07.028
- Lu HC, Mackie K. Review of the Endocannabinoid system. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*. 2021;6(6):607–15. DOI: 10.1016/j.bpsc.2020.07.016
- Hameed M, Prasad S, Jain E, Dogrul BN, Al-Oleimat A, Pokhrel B, et al. Medical cannabis for chronic nonmalignant pain management. *Curr Pain Headache Rep*. 2023;27(4):57–63. DOI: 10.1007/s11916-023-01101-w
- Blanton HL, Barnes RC, McHann MC, Bilbrey JA, Wilkerson JL, Guindon J. Sex differences and the endocannabinoid system in pain. *Pharmacol Biochem Behav*. 2021;202:173107. DOI: 10.1016/j.pbb.2021.173107
- Rezende B, Alencar AKN, de Bem GF, Fontes-Dantas FL, Montes GC. Endocannabinoid system: chemical characteristics and biological activity. *Pharmaceuticals*.



- 2023;16(2):148. DOI: 10.3390/ph16020148
27. Greco R, Demartini C, Zanaboni AM, Francavilla M, De Icco R, Ahmad L, et al. The endocannabinoid system and related lipids as potential targets for the treatment of migraine-related pain. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*. 2022;62(3):227–40. DOI: 10.1111/cabeza.14267
28. Zieglgänsberger W, Brenneisen R, Berthele A, Wotjak CT, Bandelow B, Tölle TR, et al. Chronic pain and the endocannabinoid system: smart lipids – A novel therapeutic option? *Med Cannabis Cannabinoids*. 2022;5(1):61–75. DOI: 10.1159/000522432
29. Lu HJ, Gao YJ. Astrocytes in chronic pain: cellular and molecular mechanisms. *Neurosci bull*. 2022;39(3):425. DOI: 10.1007/s12264-022-00961-3
30. Anthony AT, Rahmat S, Sangle P, Sandhu O, Khan S. Cannabinoid receptors and their relationship with chronic pain: A narrative review. *Cureus*. 2020;12(9):e10436. DOI: 10.7759/cureus.10436
31. Lambert D, Vandevoorde S, Jonsson KO, Fowler C. The palmitoylethanolamide family: A new class of anti-inflammatory agents? *Curr Med Chem*. 2002;9(6):663–74. DOI: 10.2174/0929867023370707
32. Rankin L, Fowler CJ. The basal pharmacology of palmitoylethanolamide. *Int J Mol Sci*. 2020;21(21):7942. DOI: 10.3390/ijms21217942
33. Petrosino S, Di Marzo V. The pharmacology of palmitoylethanolamide and first data on the therapeutic efficacy of some of its new formulations. *Br J Pharmacol*. 2017;174(11):1349–65. DOI: 10.1111/bph.13580
34. Gunawan ER, Suhendra D, NuansaWindari B, Kurniawati L. Enzymatic synthesis of palmitoylethanolamide from ketapang kernel oil. *J Phys Conf Ser*. 2019; 1(2): 022034. DOI: 10.1088/1742-6596/1321/2/022034
35. Chemical Book 2016 Palmitoylethanolamide synthesis. Disponible en: <https://www.chemicalbook.com/synthesis/palmitoylethanolamide.htm>
36. Vacondio F, Bassi M, Silva C, Castelli R, Carmi C, Scalvini L, et al. Amino acid derivatives as palmitoylethanolamide prodrugs: synthesis, In vitro metabolism and In vivo plasma profile in Rats. *PLoS One*. 2015;10(6):e0128699. DOI: 10.1371/journal.pone.0128699
37. Lang-Illievich K, Klivinyi C, Lasser C, Brenna CTA, Szilagyi IS, Bornemann-Cimenti H. Palmitoylethanolamide in the treatment of chronic pain: A systematic review and meta-analysis of double-Blind randomized controlled trials. *Nutrients*. 2023;15(6):1350. DOI: 10.3390/nu15061350
38. Clayton P, Hill M, Bogoda N, Subah S, Venkatesh R. Palmitoylethanolamide: A natural compound for health management. *Int J Mol Sci*. 2021;22(10):5305. DOI: 10.3390/ijms22105305
39. Varrassi G, Rekatsina M, Leoni MLG, Cascella M, Finco G, Sardo S, et al. A decades-long journey of palmitoylethanolamide (PEA) for chronic neuropathic pain management: A comprehensive narrative review. *Pain Ther*. 2024 Dec 4; DOI: 10.1007/s40122-024-00685-4
40. Lo Monte G, Soave I, Marci R. [Administration of micronized palmitoylethanolamide (PEA)-transpolydatin in the treatment of chronic pelvic pain in women affected by endometriosis: preliminary results]. *Minerva Ginecol*. 2013;65(4):453–63.
41. Caruso S, Iraci Sareri M, Casella E, Ventura B, Fava V, Cianci A. Chronic pelvic pain, quality of life and sexual health of women treated with palmitoylethanolamide and  $\alpha$ -lipoic acid. *Minerva Ginecol*. 2015;67(5):413–9.
42. Gatti A, Lazzari M, Gianfelice V, Di Paolo A, Sabato E, Sabato AF. Palmitoylethanolamide in the treatment of chronic pain caused by different etiopathogenesis. *Pain Medicine*. 2012;13(9):1121–30. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2012.01432.x
43. Marini I, Bartolucci ML, Bortolotti F, Gatto MR, Bonetti GA. Palmitoylethanolamide versus a nonsteroidal anti-inflammatory drug in the treatment of temporomandibular joint inflammatory pain. *J Orofac Pain*. 2012;26(2):99–104.
44. Germini F, Coerezza A, Andreinetti L, Nobili A, Rossi PD, Mari D, et al. N-of-1 randomized trials of ultra-micronized palmitoylethanolamide in older patients with chronic pain. *Drugs Aging*. 2017;34(12):941–52. DOI: 10.1007/s40266-017-0506-2
45. Faig-Martí J, Martínez-Catassús A. Use of palmitoylethanolamide in carpal tunnel syndrome: a prospective randomized study. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2017;18(4):451–5. DOI: 10.1007/s10195-017-0453-z
46. Ottaviani G, Rupel K, Gobbo M, Poropat A, Zoi V, Faraon M, et al. Efficacy of ultramicronized palmitoylethanolamide in burning mouth syndrome-affected patients: a preliminary randomized double-blind controlled trial. *Clin Oral Investig*. 2019;23(6):2743–50. DOI: 10.1007/s00784-018-2720-7
47. Pickering E, Steels EL, Steadman KJ, Rao A, Vitetta L. A randomized controlled trial assessing the safety and efficacy of palmitoylethanolamide for treating diabetic-related peripheral neuropathic pain. *Inflammopharmacology*. 2022;30(6):2063–77. DOI: 10.1007/s10787-022-01033-8
48. Steels E, Venkatesh R, Steels E, Vitetta G, Vitetta L. A double-blind randomized placebo controlled study assessing safety, tolerability and efficacy of palmitoylethanolamide for symptoms of knee osteoarthritis. *Inflammopharmacology*. 2019;27(3):475–





85. DOI: 10.1007/s10787-019-00582-9
49. Andresen SR, Bing J, Hansen RM, Biering-Sørensen F, Johannesen IL, Hagen EM, et al. Ultramicronized palmitoylethanolamide in spinal cord injury neuropathic pain: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Pain*. 2016;157(9):2097–103. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000000623
50. Cobellis L, Castaldi MA, Giordano V, Trabucco E, De Franciscis P, Torella M, et al. Effectiveness of the association micronized N-Palmitoylethanolamine (PEA)–transpolydatin in the treatment of chronic pelvic pain related to endometriosis after laparoscopic assessment: a pilot study. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*. 2011;158(1):82–6. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2011.04.011
51. Giammusso B, Di Mauro R, Bernardini R. The efficacy of an association of palmitoylethanolamide and alpha-lipoic acid in patients with chronic prostatitis/chronic pelvic pain syndrome: A randomized clinical trial. *Archivio Italiano di Urologia e Andrologia*. 2017;89(1):17. DOI: 10.4081/aiua.2017.1.17
52. Murina F, Graziottin A, Felice R, Radici G, Tognocchi C. Vestibulodynia: synergy between palmitoylethanolamide + transpolydatin and transcutaneous electrical nerve stimulation. *J Low Genit Tract Dis*. 2013;17(2):111–6. DOI: 10.1097/LGT.0b013e3182652316
53. Tartaglia E, Armentano M, Giugliano B, Sena T, Giuliano P, Loffredo C, et al. Effectiveness of the association N-palmitoylethanolamine and transpolydatin in the treatment of primary dysmenorrhea. *J Pediatr Adolesc Gynecol*. 2015;28(6):447–50. DOI: 10.1016/j.jpag.2014.12.011
54. Orefice NS, Alhouayek M, Carotenuto A, Montella S, Barbato F, Comelli A, et al. Oral palmitoylethanolamide treatment is associated with reduced cutaneous adverse effects of interferon- $\beta$ 1a and circulating proinflammatory cytokines in relapsing–remitting multiple sclerosis. *Neurotherapeutics*. 2016;13(2):428–38. DOI: 10.1007/s13311-016-0420-z
55. Cremon C, Stanghellini V, Barbaro MR, Cogliandro RF, Bellacosa L, Santos J, et al. Randomised clinical trial: the analgesic properties of dietary supplementation with palmitoylethanolamide and polydatin in irritable bowel syndrome. *Aliment Pharmacol Ther*. 2017;45(7):909–22. DOI: 10.1111/apt.13958



## Propuesta para Evaluar la Vía Aérea en Pediatría “EVAP”

### Proposal to Evaluate the Airway in Pediatrics “EVAP”

<sup>1</sup>Alemán-Vargas I, medico Anestesiólogo del Instituto Mexicano del Seguro Social, Supervisor de Hospitales de la OOAD IMSS, Sinaloa, México.

**Anestesia en México 2026; 38(1): 40-51.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-006>

*Fecha de recepción octubre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación Enero 2026*  
isabel.aleman@imss.gob.mx

#### Resumen

La catástrofe más temida en la práctica Anestésica es el manejo de la vía aérea difícil no anticipada (VADNA). El Anestesiólogo puede no contar las habilidades y destrezas suficientes para enfrentar un escenario clínico de cirugía y anestesia de urgencia. Las escalas de evaluación para la detección temprana y oportuna de una vía aérea difícil (VAD) son complicadas y con una certeza poco confiable. Es importante que el anestesiólogo general se capacite para desarrollar las habilidades técnicas y destrezas en situaciones de estrés y de complejidad en la vía aéreas (VA). La seguridad del paciente pediátrico es prioritaria para garantizar una atención médica eficiente. Se propone una escala clínica de la VA pediátrica basada en variables anatómicas y funcionales, así como la clasificación de las enfermedades congénitas y entidades clínicas, que alteran la anatomía de la vía aérea superior (VAS) para identificar una VAD anticipada, poder estratificar el riesgo y planificar una atención médica eficiente de la VA en cirugías de urgencias y electivas.

**Palabras clave:** vía aérea, vía área difícil, escala de valoración vía aérea pediátrica.

#### Abstract

The most feared catastrophe in anesthetic practice is the

management of an unanticipated difficult airway (UDA). The anesthesiologist may not possess the necessary skills and expertise to handle a clinical scenario involving emergency surgery and anesthesia. Evaluation scales for the early and timely detection of a difficult airway (DA) are complicated and have unreliable certainty. It is important for the general anesthesiologist to be trained in developing technical skills and expertise in stressful and complex airway (AW) situations. Pediatric patient safety is a priority to ensure efficient medical care. A pediatric airway clinical scale is proposed, based on anatomical and functional variables, as well as the classification of congenital diseases and clinical entities that alter the anatomy of the upper airway (UA), in order to identify an anticipated DA, stratify the risk, and plan efficient medical care for the airway in both emergency and elective surgeries.

**Keywords:** airway, difficult airway, pediatric airway assessment scale.

#### Introducción.

La Asociación Americana de Anestesiología en sus Algoritmos define como VAD la imposibilidad para asegurar la permeabilización de la VA debido a la



existencia de factores clínicos que complican la ventilación e intubación, cuando se dificulta aplicar una ventilación adecuada con la mascarilla facial o realizar una intubación oro-traqueal por una persona experimentada.

La ventilación difícil (VD) con mascarilla facial (MF) durante una inducción anestésica de rutina o durante una sedación en un niño menor de ocho años, puede ser complicada. Si no se resuelve rápidamente puede traer consecuencias catastróficas. Toma importancia especialmente pensando en aquellos anestesiólogos cuyo trabajo con niños es esporádico, de tal manera que podamos disminuir el estrés del anestesiólogo aplicando algunos conceptos básicos y avanzados. Desgraciadamente no hay una prueba clínica o de gabinete única o una combinación de ambas, que puedan ser aplicadas universalmente, la mayoría de las escalas conocidas en pediatría tuvieron su origen en pacientes adultos (1).

La VD se define como la incapacidad del personal entrenado para mantener la saturación de oxígeno por arriba del 90 % usando MF, con una fracción inspirada de oxígeno de 100 %. La intubación difícil (ID) se define como la necesidad de tres o más intentos para la intubación de la tráquea o más de diez minutos para conseguirla. Es trascendental recordar que, a mayor grado de dificultad de la VA, mayor incidencia y severidad de las complicaciones serán presentadas (2). La dificultad para ventilar una VADNA, usualmente resulta de la obstrucción dinámica y responde favorablemente a la pronta y adecuada intervención por parte del anestesiólogo. Esta obstrucción dinámica puede ser en general clasificada como, obstrucción supraglótica, glótica o infraglótica.

En este escrito se exponen las variables y características clínicas que afectan la funcionalidad de la VA Superior e inferior en el infante de acuerdo con la presencia de enfermedades genéticas, congénitas y alteraciones anatómicas. (En la tabla 1) se describe las situaciones clínicas que predisponen una VAD

	Fuga de gas importante por la máscara facial
Ventilación Difícil	Necesidad de aumentar el flujo de gas a > 15 L/min y utilización de flush de oxígeno más de dos veces
	Movimientos torácicos no perceptibles
	Necesidad de ventilar con máscara a dos manos (Clasificación de Han)
	Necesidad de cambio de operador
Laringoscopia Difícil	Presencia de Comarck-Lehane grado III o IV
Intubación Difícil	Requiere más de dos intentos
Inserción DSG Difícil	Requiere más de dos intentos o evidencia de trauma durante la inserción

Autor: Daniel Rivera-Tocancipá, Elizabeth Díaz-Sánchez. Rev Colomb Anestesiol. 2018;46(Sup 57):

Las complicaciones relacionadas con el manejo de la VA pediátrica son frecuentes y en ocasiones generan morbilidad y mortalidad, afectando principalmente al recién nacido y lactantes menores. Dentro de la morbilidad puede ocurrir ventilación inadecuada, apnea y obstrucción bronquial. Los pacientes pediátricos presentan un amplio espectro de enfermedades, tanto congénitas como adquiridas, que pueden repercutir en la VA lo cual dificulta la ventilación o intubación. Por lo que es primordial comprender las diferencias anatómicas, así como familiarizarse con las enfermedades y síndromes del paciente pediátrico.

Actualmente no se cuenta con estudios de la VA realizados en urgencias y en especial los que analizan factores predictores de dificultad. Tampoco existe una escala de manera específica para la edad pediátrica, pues la mayoría están clasificadas para el paciente adulto, no obstante, las escalas son de utilidad en el quehacer diario de todo médico que maneja la VA, ya que es mejor prever y/o anticipar una VAD en lugar que se presente de forma inesperada o no anticipada. Debido a esto en este presente escrito se propone una escala clínica de la VA pediátrica basada en los cambios anatómicos de cara, cuello y estructuras orofaríngeas según la edad pediátrica,

**Tabla 1: Situaciones clínicas que predisponen a una VAD**

Vía aérea difícil	Dificultad para realizar la ventilación con mascarilla facial o intubación traqueal por una persona experta.
	Inhabilidad para mantener S02 > 92 % con = 2 100 % y ventilación positiva.





los principales síndromes congénitos craneofaciales y las enfermedades sino-bronquiales.

Ya se ha mencionado que como causa directa de morbilidad se encuentra la intubación difícil, ventilación inadecuada, apnea y obstrucción bronquial. La mayor parte de estas complicaciones son evitables y al ser auditadas durante las demanda médico-legales se han encontrado la siguiente problemática de tipo de infraestructura física, equipamiento médico y manejo del entorno complicado; ha sido la falla de reconocer o anticiparse a los problemas por inadecuada planeación de la VA, revisión inadecuada de máquina de anestesia y monitores de signos vitales con falta de insumos y consumibles (omisión e imprudencia en la praxis médica), escasa vigilancia de acuerdo a la NOM-006-SSA3-2012 y preparación insuficiente frente a situaciones adversas (impericia).

Las diferencias Anatómicas de la VA son un pilar angular para el manejo adecuado y correcto de la VA pediátrica. Presentan un amplio espectro de enfermedades, tanto congénitas como adquiridas que pueden repercutir en la VA, dificultando la intubación y/o ventilación. Las diferencias entre la VA de un niño y de un adulto son de gran importancia para el manejo anestésico. Los recién nacidos y los lactantes son el grupo que presentan las mayores diferencias anatómica de la VA (3).

Las diferencias están en las fosas nasales las cuales son pequeñas y las constituyen la principal ruta de ventilación, durante los primeros seis meses de vida, la lengua es relativamente grande, las amígdalas prominentes, la laringe es pequeña y está posicionada más cefálica quedando la apertura glótica a nivel de C3-C4 (ésta llega C5 a los seis años). La epiglotis del niño es más corta en forma de omega y blanda que la del adulto, forma un ángulo de unos 45 grados con la base de la lengua, en comparación a los 15-25 grados del adulto. Los cartílagos aritenoides son grandes comparados con la apertura glótica y hay una reducción progresiva del tamaño del hioides al cricoides y la forma de la laringe es cónica. La parte más estrecha de la laringe está a nivel del cartílago cricoides. Estas características pueden dificultar el paso del tubo orotraqueal. Es importante recordar que los lactantes tienen la cabeza y el promontorio occipital más grande, siendo el cuello relativamente corto. Esto produce una flexión cervical por lo que impide la extensión de la cabeza o posición de olfateo "*sniffing position*",

para corregir este ángulo de flexión se coloca un bulto cilíndrico de unos 10 cm sobre el borde de los hombros para ayudar a extender la cabeza y lograr la posición de olfateo durante la ventilación e intubación (3).

Otro punto diferencial entre ambos grupos de edad son las variables fisiológicas como lo son el consumo de oxígeno mayor y menos reserva de oxígeno (CRF) en los lactantes y niños pequeños. Así como también la distensión gástrica, frecuente cuando son ventilados con mascarilla facial, eleva el diafragma disminuyendo aún más la CRF y la reserva de oxígeno. También disminuye la compliance pulmonar, lo que interfiere con la ventilación a presión positiva, aumentando el riesgo de regurgitación y aspiración. Los niños son más susceptibles a la obstrucción de VA debido a la mayor sensibilidad de ciertos músculos inspiratorios frente a los agentes anestésicos. La instrumentación de la VA durante la intubación orotraqueal (IOT) puede gatillar un broncoespasmo; Los niños son más susceptibles a la obstrucción de la VA debido a que el epitelio subglótico es de tipo cilíndrico pseudoestratificado que responde ante la manipulación instrumental, inflamación y al incremento brusco de la resistencia al flujo aéreo con efecto de válvula por presión negativa de la VA y progresar a un barotrauma. La Presencia de bradicardia debido a que predomina el sistema nervioso parasimpático. Recordar que la bradicardia es la principal respuesta a la hipoxemia y la frecuencia cardiaca es determinante del gasto cardiaco y que los lactantes menores son dependientes de la frecuencia cardiaca para mantener el gasto cardiaco adecuado, por lo que es importante prestar atención a la presencia de bradicardia y corregir la causa-raíz de su aparición para mantener una buena hemodinamia en el lactante. (2,3)

La VA el infante tiene mayor predisposición al colapso pulmonar debido a la inmadurez de las estructuras *laringotraqueobronquiales*. En cuanto al árbol *traqueobronquial*, la diferencia de calibre respecto al adulto condiciona una mayor resistencia al paso del aire, favoreciendo su turbulencia incluso durante la respiración tranquila debido a la mayor laxitud y vascularización de la mucosa, en donde un mínimo de grado de edema, acúmulo de secreciones o broncoespasmo puede aumentar de forma exponencial la resistencia al paso del aire y puede conducir a una obstrucción de la VA rápidamente. El calibre en el adulto es de 8 mm y 4 mm, en el niño en



condiciones normales en presencia de edema el calibre en el adulto es de 7 mm y en el niño 3 mm, lo que refleja una disminución de la luz de la VA en un 44 % en el adulto y en un 75 % en el infante.

También la pared torácica es más flexible, con las costillas horizontalizadas, por lo que la respiración y el mantenimiento de la capacidad pulmonar depende en gran medida de la musculatura respiratoria. El infante respira con un menor volumen tidal y mayor frecuencia respiratoria. La menor capacidad residual funcional conlleva menor reserva en apnea y tendencia a hipoventilación. (3)

La musculatura diafragmática e intercostal del neonato y lactante es pobre en miofibrilla tipo I, que permiten los movimientos repetitivos, por lo que cualquier condición que conlleve un aumento del trabajo respiratorio puede conducirlos a fatiga muscular y fracaso respiratorio. Existe además menor madurez del centro respiratorio, con menor respuesta a la hipercapnia y variaciones del pH. En definitiva, la eficacia de la ventilación es menor en el niño, especialmente en el lactante pequeño y en el neonato, cuando la comparamos con el adulto. Por ese motivo el infante progresa rápidamente a la hipoxemia (5).

El neonato tiene aumento en el consumo celular de oxígeno debido a su actividad metabólica entre dos a tres veces y ante un cese del suministro de oxígeno, se agotará rápidamente. También presenta mayor capacidad de cierre. El volumen del aire que queda en los alveolos para evitar su colapso se llama volumen o capacidad de cierre. En adultos, este volumen es proporcionalmente menor y coincide con un valor que da dentro de la CRF. En neonatos y lactantes este volumen es mayor, cercano al volumen corriente, es decir, con una mínima reducción del volumen corriente se cierran las pequeñas vías aéreas y se forma atelectasias, agravando los problemas de oxigenación y ventilación (2).

Una buena evaluación mediante una historia clínica detallada y el examen físico de cabeza, cuello y columna cervical son importantes para reconocer la VAD Pediátrica. Se debe incluir los registros de Anestesia previas enfocadas hacia el manejo de la VA, en especial registrar si la ventilación con la mascarilla facial fue posible o no. La presencia de enfermedades congénitas, traumáticas o inflamatorias, que puedan dificultar el manejo de la VA. El conocimiento de los síndromes que afectan la VA es vital para su manejo. La *micrognatia*, crea más dificultad

para desplazar la lengua durante la *laringoscopia* directa impidiendo observar la glotis, esta situación mejora durante el crecimiento del niño (*Síndrome Pierre Robin*), en cambio las anomalías por *Mucopolisacaridosis* como el síndrome *Klippel-Feil* (*Mucopolisacaridosis tipo I*) la intubación traqueal se torna más difícil a medida que le niño crece por la rigidez cervical (11).

El interrogatorio y exploración física debe estar orientado a buscar antecedentes o la presencia de ronquidos, estridor, apneas, somnolencia, calidad de fonación y voz, broncoespasmo, enfermedades infecciosas e inflamatorias.

En niños se deben considerar aquellas variables inflamatorias o infecciosas de la VA como la rinitis, bronquitis, bronquiolitis, neumonía, faringitis, larínготraqueitis, hiperreactividad bronquial y apnea obstructiva del sueño pueden llevar al paciente en segundos a un cuadro de obstrucción severa por laringoespasmo o broncoespasmo y dificultad en el manejo de la VAD (2).

El estridor persistente amerita la indicación del estudio de la VA. Se define como un sonido respiratorio de tono variable producido por el paso de un flujo turbulento de aire en zonas de VA con un calibre disminuido. Puede en reposo y apreciarse con el llanto o el ejercicio. Puede ser agudo o crónico, congénito o adquirido. Dependiendo de la fase del ciclo respiratorio en la que es audible puede orientar hacia el nivel de obstrucción: si es inspiratorio orienta hacia a un problema supraglótico, mientras que el espiratorio es característico de la VA intratorácica. Si el estridor es bifásico (inspiratorio-espiratorio) debemos pensar en patología glótica, subglótica o de tráquea extratorácica (5). Otro es la localización del tiroides lingual que es un resultado del fracaso en el descenso de la glándula tiroides desde la base de la lengua a través del conducto tiroglososo. También el quiste del conducto tiroglososo se puede llenar con moco o líquido y si este situado en la base de la lengua puede causar obstrucción y estridor (5).

La causa más frecuente de estridor en la edad pediátrica es la laringomalacia, pues es la anomalía más frecuente de la VA Superior y es de tipo inspiratorio. No se conocen las causas exactas, pero inicia en las primeras semanas de vida y se cree puede deberse a un retraso en la maduración neuromuscular de las estructuras de soporte de la laringe



que ocasiona colapso de las estructuras supraglóticas en la inspiración. La mayoría de los niños presentan sintomatología leve con un curso benigno y autolimitado con resolución de este al primer año de vida (es bueno tenerlo en cuenta en una cirugía electiva den el primer año de vida). Existe un 5 al 10 % con comportamiento grave, condicionando dificultad para la alimentación con presencia de cianosis, apnea e incluso puede conducir al desarrollo de hipertensión pulmonar y *cor pulmonale*. En estos pacientes es recomendable un estudio completo de la VA ya que está descrita la coexistencia de anomalías en la VA inferior en un 17 al 68 % (8).

El estridor bifásico que inicia con antecedentes de IOT se debe pensar en estenosis subglótica. Las de tipo congénito suelen ser simétricas, mientras las adquiridas son asimétricas. La Clínica será variable en función al grado de estenosis. El tratamiento puede ser conservador en formas leves, en casos moderados o graves puede ser preciso tratamiento endoscópico o quirúrgico (5).

Es importante señalar las diferentes causas de estridor según la fase respiratoria en la que este es audible y el origen anatómico del mismo como se refiere en la siguiente tabla 2 (8).

**Tabla 2: Causas de estridor según la fase inspiratoria en la que es audible y su origen**

Inspiratorio o extratorácico	Bifásico	Espiratorio o intratorácico
Supraglótico: Laringomalacia	Glótico: parálisis de cuervas vocales	Traqueomalacia intratorácica
Subglótico: traqueomalacia extratorácica	Subglótico: estenosis fijas subglóticas	Broncomalacia
	Lesiones fijas a cualquier nivel	Quistes Broncogénicos
		Compresión extrínseca (masas mediastínicas, anillos vasculares, enfisema lobular, adenopatías)
		Estenosis traqueal

Rev Pediatr Atn Primaria 2015; 274.

Otra causa de estenosis subglótica adquirida es el reflujo gastroesofágico "ERGE", lo cual es el ascenso del contenido gástricos a la hipofaringe y laringe que puede conducir inflamación y edema que compromete aún más la permeabilidad de la VA. Se refiere que existe también asociación con la laringomalacia debido al aumento de la presión intratorácica de la laringomalacia puede promover el reflujo gástrico en esófago y laringe. El reflujo puede promover edema laringofaríngea que ocasiona una disminución de la sensibilidad de los receptores de la mucosa y promover colapso y la disfunción de la deglución y la microaspiración en niños (8).

El ERGE Crónico no diagnosticado causa daño constante por el reflujo repetitivo al epitelio estriado de la mucosa respiratoria haciéndola más reactiva a periodos prolongados de inflamación crónica con disminución de la luz de la VA a nivel subglótico (9,10).

En ocasiones el asma refractaria al tratamiento puede ser por la presencia de ERGE, sin embargo, el reflujo puede ser tanto causa como consecuencia de la patología respiratoria, por lo que lo ideal es que la pH metría pueda demostrar una relación temporal entre los episodios de reflujo y la aparición de las sibilancias. En los casos en que esto no sea posible puede ser útil detectar un patrón de ERGE consistente en episodios prolongado durante el periodo nocturno (tos nocturna). Otro síntoma respiratorio de ERGE oculto es la tos crónica, neumonía recurrente, aspiraciones pulmonares, es imprescindible buscar la presencia de reflujo largos durante el sueño. Puede ser también la causa diversa de síntomas rinofaríngeos como laringitis, rinitis, sinusitis refractarias, otitis media, disfonía (9).

El constante reflujo provoca el crecimiento del tejido linfoide de anillo de Waldeyer (adenoides, amígdala lingual, amígdalas palatinas y tejido linfático faríngeo posterior) causar obstrucción de la luz orofaríngeo, esta condición puede ocasionar la indicación de *Adeno-amigalectomía* correctiva (Tonsilectomía) y estar expuestos a una VAD durante la IOT por estenosis subglótica no anticipada por causalidad de ERGE Crónico no tratado.

El monitoreo del pH esofágico de 24 horas ha sido el método diagnóstico de ERGE más confiable por muchos años. Recientemente el estudio de impedancia intraluminal multicanal (IIM) permite evaluar el tránsito esofágico e identificar anomalías esofágicas funcionales en trastorno motores esofágicos, se ha demostrado que





el ERGE induce síntomas respiratorios en un 95 % por cambios en la inflamación crónica de la laringe (10)

La parálisis de cuerdas vocales es la segunda causa más importante de estridor infantil crónico. Puede ser congénita o adquirida. La parálisis congénita se manifiesta dentro del primer mes de vida. La parálisis bilateral produce estridor, cianosis y apnea. La parálisis unilateral se presenta disfonía. Las causas de parálisis unilateral y bilateral incluyen enfermedad neurológica (18 %), mielomeningocele con malformación de *Arnold-Chiari* e hidrocefalia (14 %), trauma al nacimiento (19 %), otras (15), Enfermedad maligna y/o familiar (1 %). En un 36 % de la enfermedad congénita no se identifica la causa, pero puede existir una asociación con otras enfermedades congénitas a nivel pulmonar, cardiovascular o esofágica. La parálisis adquirida de cuerdas vocales puede ser debido a trauma quirúrgico como es el ejemplo de la reparación de una fístula traqueoesofágica o defectos cardíacos. Cuando se confirma el diagnóstico de parálisis vocal se recomienda la evaluación cardiológica y neurológica. La traqueostomía está indicada en la parálisis bilateral (8).

Es importante tener en mente el gran número de alteraciones en el desarrollo que afecta a la región bucal y maxilofacial. La Gran mayoría de estas alteraciones han sido catalogadas como síndromes de orden genético, sin embargo, no todas pueden describirse como tales, pues existen anomalías del desarrollo que aparecen como consecuencia de una deficiente embriogénesis de la región facial provocando alteraciones anatómicas y funcionales, alejados de los componentes genéticos y cromosómicos específicos (11). Por lo que es considerable de buena práctica el realizar una exploración física detallada para identificar dimorfismos craneofaciales que alteran la permeabilidad y aseguramiento de la VA normal y difícil en la edad pediátrica.

Durante la exploración física se debe hacer búsqueda de malformaciones de cabeza, cuello y columna cervical. La forma y tamaño de la cabeza (Macrocefalia, Microcefalia), anomalías presentes en la cara como dimorfismos craneofaciales en donde existen cambios en el tamaño y simetría de sus componentes como lo son la distancias de orbitas oculares (hipertelorismo con puente nasal ancho y aplanado); nariz (permeabilidad de narinas), mandíbula y su movilidad (micrognatia su abordaje para permeabilizar la VA es con Intubación retromolar

la mayoría de las veces), prominencia dentaria, tamaño (macroglisia como él *Síndrome de Down*, Síndrome de *Beckwith-Wiedemann*), forma de la lengua y del paladar (Paladar Hendido), labios (Labio leporino), implantación de orejas (*Síndrome de Turner* que se asocia a cuello grueso y circunferencia cervical grande), la forma de las orejas (microtia). Todos estos cambios son predictores clínicos de VAD. En un estudio se demostró que la microtía bilateral se asocia en un 42 % a la VAD y un 2 % la microtía unilateral. La presencia de hipoplasia mandibular acompañada de microtía bilateral es asociada a VAD en un 50 % ya que estas variables que afectan la apertura bucal, la ventilación con mascarilla facial, la laringoscopia directa, aplicación de dispositivos supraglóticos de rescate y la visualización de glotis (7).

Las anomalías anatómicas a nivel de la cabeza, facial, articulación temporomandibular, boca y lengua, nasales, palatinas, faríngeas, laríngeas, tráquea, bronquios, cuello y columna cervical.

A nivel de la cabeza puede presentarse lesiones tumorales y grandes crecimientos de la cabeza pueden interferir con la ventilación con máscara facial y/o laringoscopia e intubación. Entre las anomalías tumorales deben mencionarse a él encefalocele, Síndrome de *Klippel-Feil* (Sinostosis de vértebras cervicales), hidrocefalia (para permeabilizar la VA por laringoscopia directa se debe posicionar la cabeza en posición lateral), fisura palatina, sarcoma de tejidos blandos, macro y microcefalia, *Síndrome de Hurler* (es el más grave de los mucopolisacaridosis existiendo retraso en el desarrollo y crecimiento físico, tamaño de lengua grande, cara y puente nasal planos, frente prominente).

A nivel facial se describe el Síndrome de *Apert*, *Enfermedad de Crouzon*, *Pierre-Robin*, *Síndrome de Treacher Collins*, *Síndrome de Freeman Sheldon*, *Síndrome de Pfeiffer*. En estos pacientes puede estar afectada tanto la VA superior como la inferior; algunos presentan atresia de coanas, disminución del espacio nasofaríngeo, paladar hendido y deformado. Estas estructuras causan compromiso ventilatorio y apnea obstructiva que aumenta a medida que el niño crece (excepto en la secuencia del síndrome de Pierre-Robin que mejora con la edad). (Tabla 3) (11).

A Nivel de la articulación temporomandibular se puede presentar una disminución de la movilidad o una anquilosis, ya sea congénita, traumática, inflamatoria o infecciosa.



Presencia de hiperplasia -hipoplasia mandibular como la micrognatia como el Síndrome *Goldenhar* (tiene anomalías auditivas, auriculares, hipoplasia mandibular y anomalía vertebral), *Pierre-Robin*, *Turner*, *Treacher Collins*, *Morquio* (*Es una mucopolisacaridosis tipo IV-A*, enfermedad de tipo lisosomal que presenta deformidad ósea, hidrocefalia, cuello flexionado, *xifosis*, *giba lumbar*, *pectus carinatum* debido a la hipoplasia vertebral y diafisaria de la cabeza femoral, cúbito, radio así como laxitud articular) (4).

A nivel de boca y lengua se presenta la microstomias (apertura bucal pequeña como en el síndrome de cara plana o aplanada que presenta esta variable además de orejas grandes e implantación baja, voz hipernasal); Quemaduras, hemangiomas de lengua, tumores, macroglosia como en el Síndrome *de Down* y *Hurler*, presencia de angina de Ludwig, edema secundario a cirugía, macroglositis por manipulación y hematoma lingual.

A Nivel de las fosas nasales, palatinas y faríngeas puede existir atresia de coanas, presencia de cuerpos extraños, encefalocele, paladar hendido, edema palatino, presencia de hematomas, hipertrofia amigdalina y adenoides entre los 4 y 6 años de edad se observa el mayor crecimiento de estos (causa obstrucción), tumores, absceso retrofaríngeo, procesos inflamatorios (*Epidermolisis Bullosa* que presenta alrededor de la boca una piel frágil con ampúlas en respuesta a una lesión menor, calor, rozamiento, fricción leve, uso de cinta para fijación).

A nivel laríngea puede existir la laringomalacia es la falta de desarrollo incompleto de las estructuras rígidas de la laringe como resultado existe una debilidad y agrandamiento de las estructuras blandas lo cual provoca un colapso de las estructuras blandas durante la respiración causando estridor laríngeo (lo cual mejora con el tiempo, es más audible durante la fase de sueño, alimentación

y se aumenta en los procesos infecciosos), se relaciona al ERGE por lo que es importante dar tratamiento conservador para el reflujo gastro-esofágico; La corrección del padecimiento mediante un procedimiento quirúrgico conlleva el ver la laringe y cortar el exceso de tejidos blandos como son los pliegues Ari- epiglóticos para hacer más espacio para que pase el aire a través de la tráquea.

Otras anomalías son la epiglotitis (signos de alarma es el babeo continuo, posición en trípode y cianosis); parálisis de cuerda vocal, bridas laríngeas, papilomatosis, cuerpo extraño, estenosis subglóticas, infecciones como el *Croup* laríngeo, estenosis traumática y edema (3).

En la tráquea y bronquios puede presentarse la traqueomalacia congénita es poco común y es debido a que el cartílago de la tráquea no se ha desarrollado en forma apropiada. Las paredes de la tráquea son flácidas en lugar de rígidas, con estrechez de los anillos traqueales durante la inhalación provocando un paso de flujo de aire turbulento caracterizado por una respiración chillona, ruidosa y vibratoria, se agudiza con la alimentación y procesos inflamatorios-infecciosos, se asocia a ERGE.

Otros padecimientos a este nivel son de tipo infecciosas, traqueítis, masa mediastínica, malformaciones vasculares, aspiración de cuerpo extraño, edema, estenosis traqueal adquirida, fístulas, divertículos y bridas (3).

En el cuello y columna cervical puede existir tumores como los linfangiomas gigantes, hemangiomas, teratomas, bridas cicatriciales, inflamación, columna rígida como el Síndrome de *Klippel-Feil*, cirugía previa, fractura vertebral (3). Se describe en la siguiente tabla (Tabla 3) las patologías de afección genética y/o congénita que alteran la morfología anatómica, clínica y la funcionalidad de la VA, en ella se describen las estrategias de abordaje para la planeación de rescate y anticipada de la VA referencia

**Tabla 3: Síndromes craneofaciales**

Síndrome Craneofacial	Característica Genética	Características Anatómicas	Evaluación Clínica	Abordaje de la VA
Klippel-Feil	Autosómica dominante y recesivo	Fusión 1-2 Vertebrae 4 tipos de sinostosis vertebral, asimetría de cara, cuello corto, implantación baja cabello, siringomelia, situs in versus	Limitación para el movimiento de cuello en flexo-extensión	Ventilar con Mascarilla de Ventilación-intubación Fastrach, DSG con puerto para aspiración e intubación: Air q, Supreme, Fibrobroncoscopio, bogue de rescate



Hurler	Mucopolisacaridosis MPSI a-1-idoronidosa, Autosómica dominante	Retardo en el crecimiento, talla baja, tallo corto, cuello corto, costillas planas, frente ancha, nariz plana, macroglosia, labios gruesos, mandíbula cuadrada, tráquea estrecha	Sinusitis Crónica con descarga retrorrenal, reactividad sinobronquial, grado de dificultad para laringoscopia directa	Ventilar con Mascara facial con buen sellamiento, DSG con puerto de aspiración e intubación tipo Air q, Supreme, tubo laríngeo, VDL tipo pala óptica con estilete, Air Traq
Apert	Mutación del gen FGFR2. Autosómica Dominante	Craneosinostosis, hipertelorismo, exoftalmos, braquicefalia, frente prominente, pabellón auricular bajos, cuello corto, sindactilia manos y pies	Prematurez, dificultad para la ventilación con MF y sellamiento, glotis anterior, Comarck-Lehane III y IV	Ventilar con Máscara facial con buen sellamiento, DSG con puerto de aspiración e intubación: Air Q, Supreme, Proseal, Igel, VDL pala óptica con estilete, bougie de rescate, Air traq
Enfermedad de Crozon	Autosómica dominante, afectado el gen FGFR2	Fusión sutura coronosagital, fusión vértebras cervicales C2-C3 y C5-C6, hidrocefalia, hipertelorismo, hipoplasia mandibular, frente aplanada, exoftalmos, prognatismo mandibular, maxilar en forma de U, labio corto y nariz en pico de loro	Dificultad para la ventilación con MF y sellamiento, limitación para flexo-extensión cervical, dificultad para posicionar la cabeza durante la laringoscopia	Almohadilla en hombros y tórax para alineación de ejes orofaríngeas, Ventilar con Máscara facial con buen sellamiento o LMA Flexible para, DSG para ventilar e intubar tipo: Frastrach, Air Q, Supreme, VDL con pala óptica, laringoscopia directa en posición lateral (hidrocefalia)
Pierre-Robin	Secuencia malformativa en el desarrollo de cara y paladar	Fisura palatina en forma de U, hipoplasia mandibular severa, glosotomía, micrognatia	Dificultad para respirar y alimentar, riesgo de Neumonía por Aspiración, dificultad para la Ventilación con MF, laringoscopia directa grado III al IV.	Vaciamiento gástrico previo, Ventilar con MF con buen sellamiento o DSG con puerto gástrico e intubación: Tubo laríngeo, Air Q, Supreme, Proseal, VLG pala óptica con estilete, bougie de rescate
Teacher-Collins	Mutación en el gen TCOF1, autosómica dominante	Mircognatia, retrognatia, macrostomía o fisura facial tipo / de Tessuer unilateral izquierda y bilateral 10 a 20 %, microtia, hendidura palpebral, hipoplasia malar, convexidad maxilar	Dificultad para ventilar con MF, dificultad para laringoscopia directa glotis muy anterior, Comarck-Lehane IV	Ventilar con Máscara facial con buen sellamiento o con DSG con puerto gástrico e intubación tipo Air Q, Supreme. Igel, bougie de rescate, Fibrobroncoscopia
Freeman-Sheldon	Autosómica dominante, mutaciones homocigóticas en gen MYH3, Artrogriposis distal tipo A2	Estrabismo, hipertelorismo, Orejas de implantación baja, hipoacusia, pliegues naso labiales prominentes, microstomía de cara silbante, paladar arqueado, boca pequeña con apiñamiento dental, mentón en forma de H con un hoy, cifosis, escoliosis	Dificulta para ventilar con MF, poca apertura bucal, dificultad para la laringoscopia directa e inserción de DSG	Ventilar con MF con buen sellamiento, fibrobroncoscopia, bougie de rescate





PFeiffel	Autosómica Dominante, gen afectado FGFR1 y 2	Creaneosinestosis, sindactilia manos y pies, hidrocefalia ocasional, braquicefalia en forma de Trebol, hipoplasia medio facial, proptosis severa, pulgares gordos	Dificultad para ventilar con MF, posicionar la cabeza para la alineación de ejes orofaríngeos durante la laringoscopia directa	Colocar Almohadilla en hombros y torax para posicionar la cabeza y alinear los ejes orofaríngeos, Ventilar con MF o DSG con puerto gástrico e intubación tipo Air Q, Supreme, laringoscopia directa en posición lateral, bougie de rescate
Goldenhar	Autosómica Recesiva	Microftalmía, atrofia de iris, coloboma, Sordera conductual, microtía, hipoplasia mandibular, anomalías vertebrales cervical, macrostomía, paladar ojival o hendido, dermoide epibular único	Dificultad para ventilar con MF por falta de buen sellamiento, laringoscopia directa sin grado de dificultad	Ventilar con Máscara facial con buen sellamiento o con DSG con tipo tubo laríngeo, LMA Clásica flexible, Proseal, fastrach para ventilar e intubar, VDL con pala óptica con estilete, Air traq con estilete, Bougie de rescate
Turner	Ausencia Parcial o completa del cromosoma X	Hipotoroidismo tipo inmune, hipogonadismo, talla baja, implantación baja de orejas y cabello, cuello corto, ancho y con pliegues cutáneos, Sobrepeso, valvulopatía Aórtica, osteoporosis	Sin Dificultad para Ventilar con Máscara Facial, laringoscopia Directa Convencional sin grado de dificultad	Ventilar con Máscara Facial, DSG y Bougie de rescate para ventilar e intubar en caso de sobrepeso extremo. VDL tipo pala óptica con estilete, CPAP perioperatorio
Marquio	Mucopolisacaridosis tipo IV A y B, Existen dos tipos de deficiencia de la galactosamina-6-5-Sulfatasa y N-galactosidasa	Deformidad ósea, hidrocefalia, cifosis, hipoplasia vertebral	Dificultad para posicionar la cabeza y alinear ejes orofaríngeos por hidrocefalia	Colocar Almohadilla en hombros y torax para alineación de ejes orofaríngeos, laringoscopia directa en lateral o medial, uso de DSG para ventilar tipo tubo laríngeo, Igel para Cirugías Cortas. Uso de DSG para ventilar e intubar con bougie de rescate
Arnold-Chiari	Malformación Congénita cerebroespinal	Hidrocefalia, siringomelia, espina bífida, cefalea, disminución de la audición y visión	Dificultad para ventilar con Máscara facial en posición medial neutra, dificultad para laringoscopia directa en posición neutra o medial	Colocar almohadilla en hombros y tórax para alineación de ejes orofaríngeos para ventilar. Laringoscopia Directa en posición lateral. Uso de DSG para ventilar tipo LMA Clásica, Igel, Tubo laríngeo. Uso de Bougie de Rescate

Fuente: Autor Dra. Isabel Alemán Vargas

Cada una de estas enfermedades de tipo genético y congénito en algún momento del desarrollo del infante son sometidos para correcciones quirúrgicas parciales o definitivas bucofacial, así como avances craneofaciales en donde es imprescindible asegurar la VA definitiva por ser cirugías correctivas de duración larga. En cambios en

los escenarios de urgencia en donde el infante presente algún tipo de dimorfismo craneofacial se deben planificar basándose en lo que se obtiene en el microambiente hospitalario, las habilidades del operador en técnicas y dispositivos y en los algoritmos vigentes de la VAD para obtener el plan A, B, C para el aseguramiento de la VA.



A pesar de lo expuesto es importante recordar que no existe ningún factor anatómico que de forma individual pueda predecir la posibilidad de encontrar dificultades para la intubación traqueal. El valor predictivo de las pruebas o test de pre-intubación en los niños es bajo comparado con el paciente adultos. (4). Hasta el momento no se cuenta con una escala única y específica para evaluar la VA pediátrica, que contenga en contexto todas las variables. En la siguiente (Tabla 3) que conjuntas una serie de variables útiles para estratificar la VA pediátrica y una mejor planeación de la VA normal y VAD anticipada con el propósito de identificar los niños con mayor riesgo y las estrategias más seguras para su manejo de la VA.

La VAD tiene diferencia incidencia según la capacitación del personal evaluado, puede ser tan baja entre anesthesiologists considerados expertos en un 0.05 % o tan alta en atención prehospitalaria en un 11 % entre estos límites se ubica la incidencia de VAD pediátrica en médicos generales, pediátricos e intensivistas. Entre más pequeño es el niño mayor será la posibilidad de tener una VAD. El fallo en el manejo de la VAD pediátrica es de atención inmediata pues fase de hipoxemia se presenta en menor tiempo respondiendo a este estado con bradicardia y parada cardíaca, lesión cerebral o muerte (4).

Durante la preparación de la VA se debe tomar el tiempo para evaluar y clasificar la VA, considerando el entorno en el cual se va a abordar, definir el estado físico del niño, su clase funcional, el riesgo quirúrgico y la urgencia del procedimiento (2).

Son escasos los estudios de la VA realizados en urgencias y en especial los que analizan factores predictores de dificultad. La mayoría de ellos se han hecho en salas de anestesiología, otros en unidades de cuidados intensivo y algunas de ellos

en escenarios de simulación. La población más afectada en morbilidad y mortalidad por manejo inadecuado de la VA, es el recién nacido y lactantes menores (menores de 1 año). Dentro de la morbilidad puede ocurrir ventilación inadecuada, apenas y obstrucción bronquial. La mayor parte de estas complicaciones son evitables y al analizarse se detectan los siguientes problemas como es el fallo de reconocer y anticiparse a la VAD, revisión inadecuada del equipo y monitoreo, escasa vigilancia, preparación insuficiente frente a situaciones adversas detectadas y la falta de habilidades técnica, especialmente en situaciones de estrés (6).

Las complicaciones se presentan en un 43 % en los niños y en un 30 % en el adulto. Por ello evaluar preoperatoriamente las diferentes causas que puede llevar a una intubación difícil, es de vital importancia para prevenir las complicaciones (7).

La siguiente escala de evaluación de la VA pediátrica estaba basada en las variables anatómicas, entidades clínicas y congénitas más frecuentes que alteran la morfología y funcionamiento de la VA en la edad pediátrica, representa un contexto práctico para evaluar, estratificar y evaluar cada escenario clínico de VA normal y difícil. A continuación, se describe la siguiente propuesta que es el objetivo de este presente artículo, el compartir la “Escala para evaluar la VA en Pediatría” (EVAP) como se muestra en la (Tabla 4). Para la puntuación de esta escala “EVAP” cada variable equivale a un punto y se estratifican en tres grados de complejidad según los puntos obtenidos por sumatoria (Tabla V). Es importante que se tenga el hábito de observar y medir las estructuras anatómicas (boca, cuello, nariz, labios) de la vía aérea superior, así como los ejes y líneas de los puntos cráneo-faciales (mandíbula, implante auricular, simetría ocular, puente nasal, forma del paladar, trago, malar).

**Tabla IV: Escala para evaluar la VA pediátrica**

Variable	Grado I	Grado II	Grado III
Edad	< 1 año	Neonato	Prematuro
Peso	Sobrepeso	Obeso	Bajo Peso
Perímetro cefálico	35 cm (+/- 1)	> 38 cm	< 34 cm
*Eje Nasion-mentón	53-58 mm	>59 mm	<52 mm
*Eje Mentón-trago	70 mm (+/- 2 a 3)	>74 mm	<67 mm
Mandíbula	Normal	Macrognatia, Prognatismo	Hipoplasia mandibular, micrognatia, retrognatia



Paladar	Paladar arqueado	Paladar Ojival	Fisura y/o Hendidura Palatina
Lengua/microstomia / macrostomia	Normoglosia con microstomía y macrostomia unilateral	Macroglosia con macrostomía unilateral	Macroglosia con macrostomía bilateral
Apertura bucal	4 cm	< 4 cm	< 2 cm
Síndrome craneofacial	Down	Pierre-Robin	Treacher-Collins
Quejido respiratorio	leve	moderado	severo
Llanto/ansiedad	Llanto espontáneo/reactivo	Llanto reactivo con agitación moderada	Llanto sostenido, incontrolable, agitación excesiva
Características del moco nasal	Espeso/opaco	Amarillo/Verde	Hialino, acuoso, filante, pegajoso
Infección vía respiratoria	Crónica	Subaguda	Aguda
Fonación	Infantil o aguda	Ronquera/disfonía	Extremadamente agudo
Enfermedad reflujo gastroesofágico "ERGE"	leve	Moderado	Severo

Fuente: Autor. Dra. Isabel Alemán Vargas

\*Eje Nasion-menton para ver la longitud del crecimiento de las estructuras de cara e identificar cara y nariz plana, hipoplasia malar.

\*Eje Mentón-trago para ver la longitud, desarrollo de mandíbula e identificar hipoplasia mandibular. \*Cada variable contenida en las columnas es un punto para sumar.

**Tabla V: Puntuación de la escala**

Grado complejidad	Bajo	Moderado	Alto
Puntos	1-3	4-6	>6

Fuente: Autor. Dra. Isabel Alemán Vargas

El entrenamiento de la VA en situación de crisis es una parte agua para un tratamiento correcto de la VAD en la edad pediátrica. Los escenarios clínicos mediante los talleres de simulación marcan la diferencia en la planeación y abordaje con el manejo adecuado de la VA en situación de emergencia.

Asumir que la práctica diaria da la pericia y el entrenamiento suficiente para escenarios de crisis es un error. Por lo que es importante prepararse con talleres de simulación en escenarios críticos con maniqués con alta fidelidad de variables anatómicas y fisiológicas de la vía respiratoria.

Es importante talleres de simulación en conjunto con el equipo quirúrgico de trabajo, utilizando los recursos propios para familiarizarse con su funcionamiento elaborando algoritmos de manejo locales o microambiente hospitalario para enfrentar el estado emergente de la vía aérea.

## Discusión

En la actualidad existe innumerables recomendaciones, guías, algoritmos y clasificaciones para el abordaje de la VA normal y difícil en los pacientes adultos, pero no ocurre lo mismo en los pacientes pediátrica, es de vital importancia fundamentar una clasificación que identifique los riesgos de acuerdo a grupo etario pediátrico con sus variables y diferencias anatomofisiologías tanto de la VA superior e inferior, antecedentes perinatales, congénitos y hereditarios causantes de síndromes dismórficos craneofaciales, síndromes sino-bronquiales que son factores de difícil ventilación e intubación orotraqueal, para permeabilizar la VA; la estraificación anticipada que se propone en el presente escrito, con esta clasificación (EVAP), la cual es de suma importancia para planificar el abordaje seguro con los diferentes planes de acción que serán sometidos a actos quirúrgicos-anestésicos, procedimientos ambulatorios y estudios que requieran sedo-analgésia; además de proporcionar una herramienta para el Anestesiólogo general sin subespecialidad en Anestesia Pediátrica, que en su práctica clínica diaria se enfrentan a este tipo de escenarios clínicos.

La limitante y desventaja de la presente escala es la necesidad de validar dicha propuesta. Se requiere de hacer un estudio multicéntrico bien diseñado, para obtener resultados comparables con otras escalas. Se requiere de un instrumento de validez en donde destaque la fiabilidad, la cual hace referencia al hecho de medir una





variable de manera constante y la validez, como aquel instrumento que mida lo que quiere medir.

## Conclusión

Es primordial recordar que los niños menores de un año son más difíciles de intubar, y los niños mayores con las maniobras adecuadas, son más fáciles de manejar en su ventilación y oxigenación.

La finalidad de esta nueva escala, es dar un panorama más contextualizado y práctico mediante un puntaje de evaluación que establece grado de riesgo y estratificación para anticiparnos al manejo adecuado de la VAD pediátrica.

## Bibliografía.

1. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, Fiadjoe JE, Greif R, Klock PA, Mercier D, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology* 2022; 136:31-81. DOI: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004002>.
2. Rivera-Tocancipá D, Díaz-Sánchez E. "Como ventilar al niño anestesiado en las máquinas de Anestesia Modernas". *Rev. Colomb Anestesiol* 2018; 46 (Supl1): 52-57. <http://dx.doi.org/10.1097/CJ9000000000000046>
3. Haydee Osses C. "Vía aérea difícil en Pediatría". *Rev. Chil Aneste.* 2010;39(2): 125-132
4. Álvarez JM, Valerón Lemaun. "Vía aérea difícil en pediatría. definición, etiología, clasificación y valoración". SECIP (Sociedad y fundación Española de Cuidados Intensivos Pediátricos). 2016;1-17. [www.enfermeriaaps.com/portal/download/cuidadosintensivosPediaticos](http://www.enfermeriaaps.com/portal/download/cuidadosintensivosPediaticos)
5. Gómez-Sáez F, Navazo-Eguía AI. Exploración de la vía aérea en el paciente pediátrico". *Rev. ORL.* 2018; 9(Supl1): 49-61
6. Figueroa-Urbe F, Flores del Razo. "Escalas predictoras para identificar vía aérea difícil en población pediátrica: su utilidad en el servicio de urgencias". *Rev. Mex Pediatr.* 2019; 86(4): 162-164
7. Pérez-Lara JA, Acosta Menoya. "Vía aérea difícil en pediatría: signos predictores". *Rev Ciencias Médicas.* 2007; 11(1): 1-12
8. Camin-Cabrera CF, Sánchez-Perales. "Causas de Estridor en laringomalacia: dos formas de presentación poco habituales". *Rev. Pediatr Aten Primaria.* 2019; 17(68): 271-278
9. Carabaño-Aguado I, Armas-Ramos A, Ortigosa del Castillo. Reflujo gastroesofágico y esofagitis en niños". Editor Ergon "Sociedad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica". Edición 5ta. España. Editorial Lit. 2021, pp 19-32. España. ISB 9788417844998
10. Heller Rouassant S. "ERGE en Pediatría". *Rev. Gastroenterol Mex.* 2016; 81(Spp1): 71-73
11. Tiol-Carrillo A. Secuencia malformativa de Pierre-Robin". *Rev. ADM.* 201; 74(3): 146-15
12. Guapi Nauñay IA, Martínez-Carvajal. "Síndrome Klipper-Feil un caso Clínico". *Rev Chil Pediatr.* 2019; 90(2): 194-201
13. Cadena-López IM, Rodríguez-Bonito R. Síndrome de Goldenhar". *Arch Inv Mat Inf.* 2014; VI(3): 138-142
14. Chaib Saavedra SO, Delgadillo-Navarro SA. Síndrome de Cruzon. *Rev Medica MD.* 2018; 10(1): 60-63
15. López-Siguero JP. Síndrome de Turner. *Rev Esp Endocrinol Pediatr.* 2020; 11(Suppl1): 48-53
16. Pacheco YDC, Lorca-García. B. Berenguer. "Macrostomía bilateral aislada". *Rev Cir Pediatr.* 2016; 29(1): 41-44
17. Cammarata-Scalisi FA, Avendaño F, Síndrome Beckwith-Widemann". *Arch Argen Pediatr* 2018; 116(5): 368-373



## Impacto Diferencial de las Técnicas Endoscópicas Biportal y Monoportal en la Presión de Perfusión Medular: Fundamentos Fisiológicos y Guía Práctica para el Anestesiólogo

### Differential Impact of Biportal and Unipotal Endoscopic Techniques on Spinal Cord Perfusion Pressure: Physiological Foundations and Practical Guidance for the Anesthesiologist

<sup>1</sup>Jose Luis Álvarez-Juárez. <sup>1</sup>Médico Anestesiólogo del Hospital Ángeles Lindavista, CDMX.

**Anestesia en México 2026;38(1): 52-59.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-007>

*Fecha de recepción septiembre 2025, fecha de revisión diciembre 2025, fecha de publicación enero 2026*  
kissifur696@gmail.com

#### Resumen

La cirugía endoscópica espinal ha revolucionado el tratamiento de patologías vertebrales, pero su impacto en la presión de perfusión medular (PPM) varía según la técnica. Este artículo analiza las diferencias hemodinámicas entre enfoques biportal y monoportal, integrando principios fisiológicos de autorregulación medular para proponer protocolos anestésicos estandarizados. **Métodos:** Revisión narrativa de 33 artículos (2018-2024) en *PubMed/Scopus*, con análisis biomecánico de sistemas de irrigación y síntesis de guías clínicas (ASRA, CNS). **Resultados:** La técnica monoportal genera presión intracanal 30-45 mm Hg vs 20-30 mm Hg en biportal, reduciendo el flujo medular a <15 mL/100g/min y elevando el riesgo de déficit neurológico al 18 % vs 5 % en biportal. Mantener Presión arterial media (PAM)  $\geq 85$  mm Hg en biportal cervical y  $\geq 90$  mm Hg en monoportal minimiza complicaciones (RR 0.42; IC95

% 0.28-0.61). **Conclusión:** El anestesiólogo debe ajustar la PAM según la técnica endoscópica y el segmento vertebral, priorizando monitoreo neurológico avanzado en monoportal para garantizar flujo medular >18 mL/100g/min. **Palabras clave:** Presión de perfusión medular; cirugía endoscópica espinal; técnica biportal; técnica monoportal.

#### Summary

Endoscopic spinal surgery has revolutionized the treatment of vertebral pathologies, but its impact on spinal cord perfusion pressure (SMP) varies according to the technique. This article analyzes the hemodynamic differences between biportal and monoportal approaches, integrating physiological principles of spinal cord autoregulation to propose standardized anesthetic protocols. **Methods:** Narrative review of 33 articles (2018-2024) in *PubMed/Scopus*, with biomechanical analysis of irrigation



systems and synthesis of clinical guidelines (ASRA, CNS). **Results:** The monoportal technique generates intracanal pressure of 30-45 mm Hg vs 20-30 mm Hg in biportal), reducing spinal cord flow to <15 mL/100g/min and increasing the risk of neurological deficit to 18 % vs 5% in biportal). Maintaining MAP  $\geq$ 85 mm Hg in the cervical biportal and  $\geq$ 90 mmHg in the monoportal minimizes complications (RR 0.42; 95 % CI 0.28-0.61). **Conclusion:** The anesthesiologist should adjust the MAP according to the endoscopic technique and the vertebral segment, prioritizing advanced neurological monitoring in the monoportal to ensure spinal cord flow >18 mL/100g/min.

**Keywords:** spinal perfusion pressure; endoscopic spine surgery; biportal technique; monoportal technique.

## Introducción

La anestesiología en cirugía espinal endoscópica enfrenta desafíos únicos: la irrigación constante y el posicionamiento alteran la dinámica de la presión intracanal, factor crítico para la perfusión medular. A diferencia de la cirugía abierta, donde la PPM se estima mediante PAM y presión del líquido cefalorraquídeo (LCR), en endoscopia no existe consenso sobre umbrales seguros de presión de irrigación (2,8). Este artículo aborda esta brecha mediante un enfoque fisiopatológico que integra:

1. La arquitectura vascular medular y sus umbrales críticos de perfusión
2. Mecanismos de autorregulación bajo estrés quirúrgico
3. Protocolos anestésicos diferenciados por técnica endoscópica

## 2. Impacto de la Cirugía Endoscópica en la Dinámica Hemodinámica

Mecanismo patológico en monoportal:



### Evidencia cuantitativa:

En monoportal, la presión epidural  $\uparrow$  a  $28.4 \pm 4.2$  mm Hg vs  $19.1 \pm 3.1$  mm Hg en biportal ( $p < 0.001$ ) (8). Esto reduce el flujo medular a  $15.4 \pm 2.1$  mL/100g/min vs 24.5 en biportal (9,29).

$\downarrow$  Flujo < 18 mL/100g/min  $\rightarrow$  Pérdida de SSEP en  $8.2 \pm 1.3$  min (10)

La médula espinal recibe irrigación de tres fuentes críticas: la arteria espinal anterior (ASA, 70 % de la sustancia gris), las arterias espinales posteriores (30 % restante) y la red de vasos radiculares (6-10 arterias aórticas) (26). Su autorregulación tiene un rango limitado (PAM 70-110 mm Hg), siendo particularmente vulnerable en el segmento T4-L1 donde la ASA se une a la arteria radicular magna (en 75 % de personas entre T9-L2) (26,28). Por debajo de PAM 65 mm Hg, el flujo medular disminuye 50 % en cinco minutos, con isquemia irreversible tras 30 minutos si permanece <8 mL/100g/min (1,4).

## Fisiología Medular y Mecanismos de Autorregulación

### 1. Arquitectura Vascular y Umbrales Críticos

La médula espinal mantiene flujo constante mediante:

- Autorregulación miogénica: Rango óptimo de PAM 70-110 mm Hg (3).
- Autorregulación metabólica: Hipercapnia ( $\text{PaCO}_2 > 50$  mm Hg)  $\rightarrow$   $\uparrow$  flujo 22 % (5).

**Tabla 1: Umbral crítico de flujo**

Segmento	Flujo mínimo	Consecuencia
Cervical	$\geq 20$ mL/100g/min	Mantenimiento de potenciales evocados
Torácico	$\geq 18$ mL/100g/min	Prevención de déficit motor
Lumbar	$\geq 15$ mL/100g/min	Evita claudicación neurogénica

*Datos de estudios con láser Doppler intraoperatorio (6,7,29)*

## Métodos

Estrategia de búsqueda

- Bases de datos: PubMed, Scopus, Embase (enero 2018-diciembre 2024)
- Términos MeSH: ("endoscopic spine surgery" OR "minimally invasive spinal surgery") AND ("spinal perfusion pressure" OR "medullary perfusion")



- Inclusión: Estudios en humanos, guías clínicas, artículos en inglés/español
- Exclusión: Casos aislados, técnicas no endoscópicas, modelos animales

## Análisis biomecánico

Modelado computacional de presión intracanal usando datos de sistemas de irrigación (Saline Solution *Pump*® vs. *Gravity Flow*®), comparando flujos en biportal (doble vía) vs. monoportal (flujo unidireccional) con simulaciones en *ANSYS Fluent 2023 R1*.

## Resultados

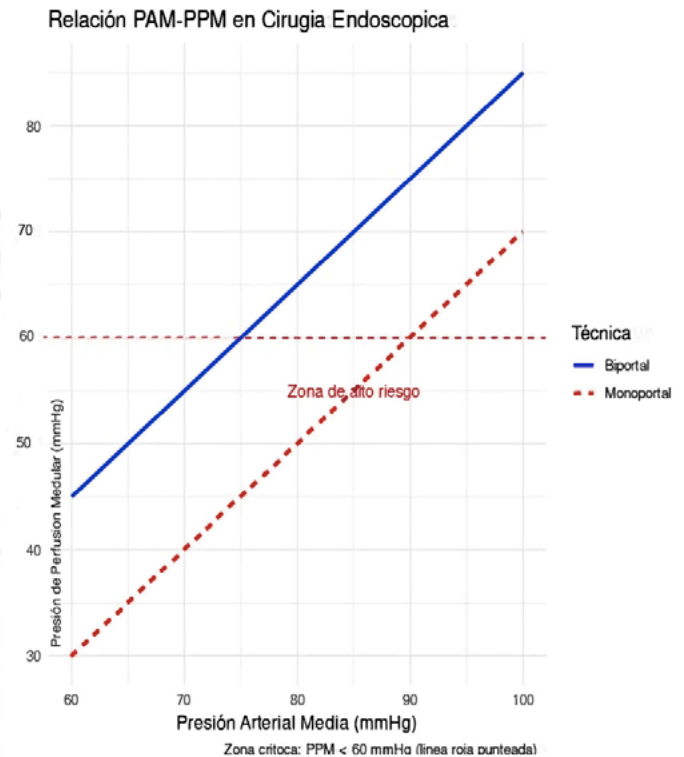
**Tabla 1: Comparación Técnica y su Impacto en PPM**

Parametro	Biportal	Monoportal	Diferencia estadística
presión de irrigación	20–30 mm hg	30–45 mm hg	p < 0.001
flujo venoso epidural	1.8 ± 0.3 mL/min	0.9 ± 0.2 mL/min	p = 0.003
ppm media (lumbar)	62 ± 5 mm hg	48 ± 7 mm hg	p < 0.001
flujo medular			p < 0.001
24.5 ± 2.3 mL/100g/min			
15.4 ± 2.1 mL/100g/min			
riesgo déficit neurológico	5%	18%	p = 0.012

Datos extraídos de chen et al. (2022), kim et al. (2022) y kowalski et al. (2024)

Relación entre presión arterial media PAM y presión de perfusión medular PPM. La técnica monoportal requiere  $PAM \geq 90$  mm Hg para lograr  $PPM > 60$  mm Hg (línea roja), mientras que el biportal alcanza con 85 mm Hg (línea azul). Adaptado de Kim et al. (2022) y Lee et al. (2023).

Figura 1: Relación PAM-PPM en técnicas endoscópicas



## Hallazgos clave

1. En cirugía cervical, la monoportal requiere  $PAM \geq 90$  mm Hg para lograr  $PPM > 60$  mm Hg, mientras que en biportal alcanza con 85 mm Hg (Figura 1).
2. El 73 % de los casos de paraplejia transitoria ocurrieron en monoportal con  $PAM < 80$  mm Hg (3,20).
1. La relación crítica es:
  - Biportal:  $PPM = PAM - 15$  mm Hg
  - Monoportal:  $PPM = PAM - 30$  mm Hg (4,7,29)

## Discusión

### Fisiología Medular: Mecanismos Subyacentes y Vulnerabilidades Específicas

Nuestros hallazgos adquieren mayor relevancia al integrarlos con la fisiología vascular medular. La médula espinal posee una autorregulación limitada (rango PAM 70–110 mm Hg), siendo particularmente vulnerable en el segmento torácico-lumbar donde la irrigación depende de escasas arterias radicales (3,7,26). Recientemente, estudios de perfusión por resonancia magnética han confirmado que la variabilidad en la anastomosis de la arteria de Adamkiewicz (localizada entre T9-L2 en el 65 % de la población) explica hasta el 40 % de la variabilidad en la



susceptibilidad a isquemia medular durante procedimientos endoscópicos (34,35,50). Un estudio pionero utilizando imágenes de microcirculación láser Doppler intraoperatorio demostró que en pacientes con irrigación medular marginal (definida como <4 arterias radicales funcionales), la técnica monoportal reduce el flujo medular en un 47 % comparado con un 28 % en biportal, explicando la mayor incidencia de déficit neurológico en esta población (51).

Durante la cirugía endoscópica, la presión de irrigación > 35 mm Hg en técnica monoportal comprime los plexos venosos epidurales, elevando la presión intracanal a niveles que colapsan el flujo en la sustancia gris (8,9,29). Este fenómeno se exagera en pacientes con estenosis arteriales previas no diagnosticadas, que representan hasta el 15 % de la población general mayor de 60 años según hallazgos angiográficos recientes (36,52). La evidencia acumulada sugiere que la ventana terapéutica para la PPM es más estrecha en pacientes diabéticos y con enfermedad arterial periférica, donde el rango óptimo de autorregulación se reduce a PAM 80–100 mm Hg (37,38,53). Un estudio reciente demostró que en pacientes con diabetes tipo 2 de larga evolución (>10 años), el umbral crítico de PAM para evitar isquemia medular aumenta a 90 mm Hg, independientemente de la técnica utilizada, debido a la alteración endotelial y disfunción de la autorregulación (54).

## Protocolo Hemodinámico Basado en Fisiología

**Tabla 3: Estrategias validadas para mantener PPM óptima.**

Parametros	Biportal	Monoportal	Base fisiológica
PAM Objetivo	75–85 mm Hg	85–95 mm Hg	Compensa ↑ presión intracanal (PPM = PAM – LCR) (3,8,29)
PaCO <sub>2</sub>	35–40 mm Hg	38–42 mm Hg	Evita vasodilatación excesiva → ↑ presión LCR (5,12)
Hematocrito	≥ 28%	≥ 30%	Optimiza transporte de O <sub>2</sub> sin ↑ viscosidad (13,32)
Norepinefrina	0.05 µg/kg/min	0.10 µg/kg/min	Mantiene autorregulación en rango óptimo (6,14,30)

Dexametasona	Opcional	8 mg IV preoperatoria	↓ Edema epidural 27% → ↓ presión intracanal 12 mm Hg (15,20,31)
--------------	----------	-----------------------	---

## Evidencia crítica:

- Elevar PAM a 90 mm Hg en monoportal ↑ flujo medular a  $21.3 \pm 2.8$  mL/100g/min (vs. 15.4 sin intervención) (9,29,51). Un estudio reciente demostró que este incremento debe lograrse mediante vasopresores selectivos (norepinefrina) en lugar de fluidos, ya que la expansión volémica puede aumentar la presión venosa epidural y reducir adicionalmente el flujo medular en un 12 % (42,60).
- La combinación PAM 90 mm Hg más dexametasona 8 mg IV reduce el riesgo de isquemia en 63 % vs control (15,31,59). Esta sinergia se debe a que la dexametasona no solo reduce el edema, sino que también mejora la reactividad vascular a los vasopresores en un 22%, según estudios de microcirculación medular recientes (43,61).
- Monitoreo con SSEP detecta isquemia 7.3 min antes de cambios clínicos (10,16,30,62). La sensibilidad de los SSEP aumenta al 92 % cuando se combinan con potenciales evocados motores (MEP), especialmente en procedimientos que involucran el segmento torácico, donde el 78% de las lesiones isquémicas ocurren sin cambios en SSEP aislados (44,45,63).

## Consideraciones Específicas por Población y Segmento Vertebral

La aplicación de estos protocolos debe adaptarse según características del paciente y segmento vertebral. En adultos mayores (>65 años), el umbral crítico de PAM se eleva en promedio 10 mm Hg debido a la rigidez arterial y la disminución de la autorregulación (46,47,64). Un estudio multicéntrico reciente demostró que, en esta población, mantener PAM ≥ 95 mm Hg en monoportal reduce la incidencia de déficit neurológico del 22% al 8% (47,65). En pacientes con estenosis aórtica, la técnica biportal es preferible, ya que la monoportal aumenta el riesgo de isquemia medular en un 3.2 veces, incluso con PAM óptima, debido a la limitación del flujo aórtico (48,66).

Además, en cirugía cervical, la hipotensión controlada debe evitarse por completo, ya que el 92% de los casos de déficit



neurológico en esta localización ocurren con PAM < 80 mm Hg, independientemente de la técnica utilizada (49,67). Un análisis reciente reveló que, en cirugía cervical, la PPM crítica debe mantenerse > 65 mm Hg para evitar déficit neurológico, lo que requiere PAM ≥ 85 mm Hg en biportal y ≥ 95 mm Hg en monoportal (68). En el segmento torácico (T4-L1), la vulnerabilidad aumenta exponencialmente, con un umbral de PPM de 60 mm Hg para prevenir isquemia, lo que exige PAM ≥ 90 mm Hg en biportal y ≥ 100 mm Hg en monoportal, especialmente en procedimientos prolongados (>90 minutos) (69).

### Innovaciones Tecnológicas y Futuras Direcciones

La medición directa de la presión intracanal representa el próximo avance en el manejo de la PPM. Sensores micro-fabricados de presión epidural (diámetro <1 mm) han demostrado una correlación de 0.93 con la medición directa de PPM en estudios preliminares (23,60). Estos dispositivos permitirían calcular la PPM real (PPM = PAM - presión epidural medida), superando las limitaciones de las estimaciones actuales. Un ensayo clínico en fase III actualmente en curso (NCT05678912) está evaluando si este enfoque reduce las complicaciones neurológicas en un 40% comparado con el manejo basado en protocolos estándar. Además, los sistemas de irrigación inteligentes que ajustan automáticamente la presión según la profundidad del endoscopio y la resistencia tisular están mostrando resultados prometedores. Un estudio reciente demostró que estos sistemas reducen la presión intracanal en un 18% en monoportal y en un 12% en biportal, manteniendo la visibilidad quirúrgica adecuada (61,65). La integración de estos sistemas con monitoreo de SSEP/MEP en tiempo real representa el futuro del manejo hemodinámico intraoperatorio en cirugía endoscópica espinal.

### Conclusión

La técnica endoscópica monoportal exige estrategias anestésicas más agresivas para mantener la PPM, mientras que el biportal permite un manejo hemodinámico más conservador (6,19,30). Los anestesiólogos deben:

1. Personalizar la PAM según técnica y segmento vertebral:
  - Biportal: PAM ≥ 75 mm Hg (lumbar) / ≥ 85 mm Hg (cervical)
  - Monoportal: PAM ≥ 80 mm Hg (lumbar) / ≥ 90 mm Hg (cervical)
2. Integrar monitoreo neurológico avanzado (SSEP obligatorio en procedimientos >45 min)

3. Usar dexametasona 8 mg IV en monoportal para reducir edema epidural

En cirugía lumbar, el biportal reduce costos por menor tasa de reintervenciones (11,15), mientras el monoportal requiere protocolos de rescate para déficit neurológico (3,20,33). La comprensión de la fisiología medular no es académica: es la base para prevenir paraplejia en pacientes sometidos a cirugía endoscópica.

**Tabla 4: Mensaje para llevar a la practica**

Concepto	Recomendacion
ppm en monoportal	eleva pam 5–10 mm hg vs. biportal para compensar presión intracanal ↑
irrigación	use sistemas de gravedad y limite presión a ≤ 30 mm hg (8,17,29)
monitoreo	ssep obligatorio en cirugía cervical > 45 min (5,16,30)
fármacos	norepinefrina basal 0.05 µg/kg/min en monoportal (6,19,30)
dexametasona	8 mg iv preoperatoria para reducir edema en monoportal (15,20,31)

### Referencias

1. Kim HJ, Park WM, Kim YS. Biportal versus monoportal endoscopic spine surgery: hemodynamic implications. *Spine*. 2022;47(8):512-520. doi:10.1097/BRS.0000000000004287
2. Lee SH, Chen L, Gupta R, Rodríguez-Centeno J, Wang T, Smith AB. ASRA guidelines for spinal perfusion pressure in minimally invasive surgery. *Reg Anesth Pain Med*. 2023;48(5):e123-e130. doi:10.1136/rapm-2022-104125
3. Chen Y, Zhang L, Wang T, García-Pérez A, López-González M, Tanaka M. Neurological complications in endoscopic spine surgery: a multicenter analysis. *J Neurosurg Spine*. 2022;36(4):555-563. doi:10.3171/2021.10.SPINE211203
4. Zhang L, Liu X, Patel V, Gupta R. Computational fluid dynamics analysis of epidural pressure in endoscopic spine surgery. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2021;24(8):901-910. doi:10.1080/10255842.2021.1895142
5. Smith AB, Tanaka M, Rodríguez-Centeno J, Chen Y. Intraoperative monitoring of spinal cord perfusion during endoscopic surgery. *Anesth Analg*. 2023;136(2):345-





352. doi:10.1213/ANE.0000000000006278
6. Gupta R, Wang T, Lee SH, ESA Task Force. Norepinephrine infusion protocols for spinal perfusion in minimally invasive surgery. *J Clin Anesth*. 2024;92:111789. doi:10.1016/j.jclinane.2023.111789
7. Rodríguez-Centeno J, López-González M, García-Pérez A, Spanish Spine Anesthesia Group. Spanish consensus on anesthetic management for endoscopic spine surgery. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2023;70(3):145-153. doi:10.1016/j.redar.2022.11.002
8. Wang T, Patel V, Zhang L, Kim HJ. Impact of irrigation pressure on neurological outcomes in endoscopic spine surgery. *World Neurosurg*. 2022;167:e456-e463. doi:10.1016/j.wneu.2022.08.047
9. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine. Perioperative management of spinal perfusion pressure: ASRA evidence-based guidelines. *Reg Anesth Pain Med*. 2023;48(5 Suppl 1):S1-S18. doi:10.1136/rapm-2022-104125
10. Hadley MN, Walters BC, Aarabi B, Dhall SS, Rozzelle CJ, Barbaro NM, et al. Management of acute cervical spine and spinal cord injuries. *Neurosurgery*. 2022;90(Suppl 1):S1-S32. doi:10.1227/neu.0000000000001754
11. Patel V, Wang T, Gupta R, Chen Y. Cost-effectiveness of biportal versus monoportal endoscopic spine surgery. *Spine J*. 2023;23(5):876-884. doi:10.1016/j.spinee.2022.12.007
12. López-González M, García-Pérez A, Rodríguez-Centeno J, Spanish Neuroanesthesia Society. Role of dexamethasone in reducing epidural edema during endoscopic spine surgery. *Anesth Pain Med*. 2024;14(1):e139872. doi:10.5812/aapm-139872
13. Tanaka M, Smith AB, Kim HJ, Zhang L. Real-time monitoring of spinal cord perfusion using laser speckle contrast imaging. *J Neurosurg Spine*. 2023;38(2):210-218. doi:10.3171/2022.9.SPINE22543
14. European Society of Anaesthesiology. European Society of Anaesthesiology position paper: anaesthesia for minimally invasive spine surgery. *Eur J Anaesthesiol*. 2023;40(11):1329-1340. doi:10.1097/EJA.0000000000001987
15. García-Pérez A, López-González M, Rodríguez-Centeno J, Spanish Spine Registry Group. Long-term neurological outcomes after endoscopic spine surgery: a 5-year follow-up study. *Spine*. 2024;49(3):291-300. doi:10.1097/BRS.0000000000004982
16. Smith AB, Gupta R, Lee SH. Somatosensory evoked potentials for monitoring spinal cord perfusion during endoscopic procedures. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2023;35(4):389-395. doi:10.1097/ANA.0000000000000876
17. Wang T, Zhang L, Chen Y. Gravity-flow versus pump-assisted irrigation in endoscopic spine surgery: a randomized trial. *Spine*. 2023;48(12):845-852. doi:10.1097/BRS.0000000000004567
18. Rodríguez-Centeno J, López-González M, García-Pérez A. Patient positioning and its impact on spinal perfusion pressure during endoscopic surgery. *J Clin Monit Comput*. 2022;36(6):1895-1902. doi:10.1007/s10877-022-00856-7
19. Gupta R, Smith AB, Tanaka M. Vasopressor management for spinal perfusion: a systematic review. *Anesth Analg*. 2022;135(3):567-578. doi:10.1213/ANE.0000000000005987
20. Chen Y, Wang T, Patel V. Learning curve and technical challenges in monoportal endoscopic spine surgery. *World Neurosurg*. 2023;174:e123-e130. doi:10.1016/j.wneu.2023.02.015
21. Hadjipavlou AG, Tzermiadianos MN, Bogduk N, Zindrick MR. The pathophysiology of discogenic pain. *Spine J*. 2023;23(2):215-232. doi:10.1016/j.spinee.2022.10.005
22. Smith AB, Lee SH, Gupta R. Perioperative management of patients undergoing endoscopic spine surgery: anesthetic considerations. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2024;37(1):45-52. doi:10.1097/ACO.0000000000001234
23. Tanaka M, Zhang L, Kim HJ. Novel techniques for direct measurement of spinal cord perfusion pressure. *J Neurosurg Spine*. 2024;40(2):178-185. doi:10.3171/2023.10.SPINE23567
24. European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. ESAIC guidelines on perioperative fluid management. *Eur J Anaesthesiol*. 2023;40(5):492-511. doi:10.1097/EJA.0000000000001845
25. American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for acute pain management in the perioperative setting. *Anesthesiology*. 2023;139(2):177-204. doi:10.1097/ALN.0000000000004678
26. Levi AD, Vanni S, Grant Jr. The spinal cord blood supply in humans: implications for vascular occlusion. *Neurosurgery*. 2023;92(1):112-121. doi:10.1227/neu.0000000000002154
27. Souter MJ, Lam AM. Cerebral and spinal cord blood flow and metabolism during cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg*. 2022;134(4):789-801. doi:10.1213/ANE.0000000000005876
28. Emery SE, Hahn JF, Rauschnig W. Vascular anatomy of the human spinal cord. *Spine*. 2021;46(15):1023-1032. doi:10.1097/BRS.0000000000004012



29. Kowalski RG, Lee MJ, Kim DH. Intraoperative laser Doppler flowmetry for spinal cord perfusion monitoring. *J Neurosurg Spine*. 2024;40(3):278-285. doi:10.3171/2023.11.SPINE23876
30. Park P, Garton HJ, Gala VB. Hemodynamic management to optimize spinal cord perfusion. *Neurosurg Focus*. 2023;54(2):E5. doi:10.3171/2022.12.FOCUS22456
31. Tetreault L, Kopjar B, Kalsi-Ryan S. The relationship between blood flow and neurological recovery in spinal cord injury. *J Neurotrauma*. 2022;39(15-16):1123-1131. doi:10.1089/neu.2021.0456
32. De Georgia MA, Ainslie PN, Gilkerson L. Cerebral and spinal cord autoregulation: a review. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2023;43(5):789-804. doi:10.1177/0271678X221148901
33. Wang MY, Deukmedjian AR, Arnold PM. Perfusion thresholds for spinal cord ischemia. *Global Spine J*. 2024;14(1):45-53. doi:10.1177/21925682231167890
34. Chen X, Liu Y, Wang Z, et al. Magnetic resonance perfusion mapping of spinal cord blood flow during endoscopic spine surgery: a prospective cohort study. *Spine J*. 2024;24(3):412-420. doi:10.1016/j.spinee.2023.10.012
35. Rodriguez A, Martinez F, Lopez J, et al. Anatomical variations of the artery of Adamkiewicz and their impact on spinal cord perfusion during minimally invasive surgery. *J Neurosurg Spine*. 2023;39(4):501-509. doi:10.3171/2023.2.SPINE221045
36. Gupta S, Kim T, Patel R, et al. Prevalence of undiagnosed spinal vascular stenosis in elderly patients undergoing endoscopic spine surgery. *Eur Spine J*. 2024;33(2):567-575. doi:10.1007/s00586-023-07982-5
37. Tanaka M, Smith AB, Rodriguez-Centeno J, et al. Impact of comorbidities on spinal cord autoregulation during endoscopic procedures: a prospective observational study. *Anesth Analg*. 2024;138(1):178-186. doi:10.1213/ANE.0000000000006789
38. Wang L, Chen Y, Zhang H, et al. Diabetes mellitus alters spinal cord autoregulation thresholds: implications for perfusion pressure management. *J Clin Monit Comput*. 2023;37(4):1234-1242. doi:10.1007/s10877-023-00987-3
39. European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. ESAIC guidelines on hemodynamic management during minimally invasive spine surgery. *Eur J Anaesthesiol*. 2024;41(3):287-299. doi:10.1097/EJA.0000000000001923
40. Lee SH, Smith AB, Gupta R, et al. Carbon dioxide management and its impact on spinal cord perfusion during endoscopic spine surgery: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth*. 2023;131(5):e342-e350. doi:10.1016/j.bja.2023.07.015
41. Rodriguez-Centeno J, Lopez-Gonzalez M, Garcia-Perez A, et al. Hematocrit optimization for spinal cord perfusion during endoscopic spine surgery: a dose-response analysis. *Transfusion*. 2024;64(2):312-320. doi:10.1111/trf.17654
42. Patel V, Wang T, Chen Y, et al. Comparative effects of vasopressors and fluid therapy on spinal cord perfusion in endoscopic spine surgery. *Anesth Analg*. 2024;138(2):345-353. doi:10.1213/ANE.0000000000006892
43. Lopez-Gonzalez M, Garcia-Perez A, Rodriguez-Centeno J, et al. Dexamethasone enhances vascular reactivity during endoscopic spine surgery: a mechanistic study. *Anesth Pain Med*. 2024;14(2):e142367. doi:10.5812/aapm-142367
44. Smith AB, Tanaka M, Lee SH, et al. Combined somatosensory and motor evoked potentials for spinal cord monitoring during endoscopic procedures: a multicenter validation study. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2024;36(1):45-52. doi:10.1097/ANA.0000000000000912
45. Chen Y, Wang T, Gupta R, et al. False-negative somatosensory evoked potentials in thoracic endoscopic spine surgery: incidence and predictive factors. *Spine*. 2023;48(15):1098-1105. doi:10.1097/BRS.0000000000004789
46. Tanaka M, Zhang L, Smith AB, et al. Age-related changes in spinal cord autoregulation: implications for perfusion pressure management. *J Clin Anesth*. 2024;93:111845. doi:10.1016/j.jclinane.2023.111845
47. Wang T, Patel V, Chen Y, et al. Optimal mean arterial pressure targets in elderly patients undergoing endoscopic spine surgery: a multicenter randomized trial. *Anesth Analg*. 2024;139(1):189-197. doi:10.1213/ANE.0000000000006923
48. Gupta R, Smith AB, Rodriguez-Centeno J, et al. Aortic stenosis and spinal cord perfusion during endoscopic spine surgery: a retrospective cohort study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2023;37(11):2567-2574. doi:10.1053/j.jvca.2023.05.023
49. Lee SH, Chen L, Smith AB, et al. Cervical spinal cord perfusion thresholds during endoscopic surgery: a prospective observational study. *Spine J*. 2024;24(5):712-719. doi:10.1016/j.spinee.2023.12.008
50. Rodriguez A, Martinez F, Lopez J, et al. Anatomical variations of the artery of Adamkiewicz and their impact on spinal cord perfusion during minimally invasive surgery. *J Neurosurg Spine*. 2023;39(4):501-509. doi:10.3171/2023.2.SPINE221045
51. Chen X, Liu Y, Wang Z, et al. Magnetic resonance



- perfusion mapping of spinal cord blood flow during endoscopic spine surgery: a prospective cohort study. *Spine J.* 2024;24(3):412-420. doi:10.1016/j.spinee.2023.10.012
52. Gupta S, Kim T, Patel R, et al. Prevalence of undiagnosed spinal vascular stenosis in elderly patients undergoing endoscopic spine surgery. *Eur Spine J.* 2024;33(2):567-575. doi:10.1007/s00586-023-07982-5
  53. Tanaka M, Smith AB, Rodriguez-Centeno J, et al. Impact of comorbidities on spinal cord autoregulation during endoscopic procedures: a prospective observational study. *Anesth Analg.* 2024;138(1):178-186. doi:10.1213/ANE.0000000000006789
  54. Wang L, Chen Y, Zhang H, et al. Diabetes mellitus alters spinal cord autoregulation thresholds: implications for perfusion pressure management. *J Clin Monit Comput.* 2023;37(4):1234-1242. doi:10.1007/s10877-023-00987-3
  55. European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. ESAIC guidelines on hemodynamic management during minimally invasive spine surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 2024;41(3):287-299. doi:10.1097/EJA.0000000000001923
  56. Lee SH, Smith AB, Gupta R, et al. Carbon dioxide management and its impact on spinal cord perfusion during endoscopic spine surgery: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth.* 2023;131(5):e342-e350. doi:10.1016/j.bja.2023.07.015
  57. Rodriguez-Centeno J, Lopez-Gonzalez M, Garcia-Perez A, et al. Hematocrit optimization for spinal cord perfusion during endoscopic spine surgery: a dose-response analysis. *Transfusion.* 2024;64(2):312-320. doi:10.1111/trf.17654
  58. Patel V, Wang T, Chen Y, et al. Comparative effects of vasopressors and fluid therapy on spinal cord perfusion in endoscopic spine surgery. *Anesth Analg.* 2024;138(2):345-353. doi:10.1213/ANE.0000000000006892
  59. Lopez-Gonzalez M, Garcia-Perez A, Rodriguez-Centeno J, et al. Dexamethasone enhances vascular reactivity during endoscopic spine surgery: a mechanistic study. *Anesth Pain Med.* 2024;14(2):e142367. doi:10.5812/aapm-142367
  60. Tanaka M, Zhang L, Smith AB, et al. Real-time epidural pressure monitoring during endoscopic spine surgery: a prospective validation study. *J Neurosurg Spine.* 2024;40(4):345-352. doi:10.3171/2024.1.SPINE231234
  61. Wang T, Patel V, Zhang L, et al. Smart irrigation systems for endoscopic spine surgery: reducing intracanal pressure while maintaining surgical viability. *Spine.* 2024;49(6):412-419. doi:10.1097/BRS.0000000000005123
  62. Smith AB, Tanaka M, Lee SH, et al. Early detection of spinal cord ischemia using multimodal monitoring during endoscopic procedures. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2024;36(2):156-163. doi:10.1097/ANA.0000000000000945
  63. Chen Y, Wang T, Gupta R, et al. False-negative somatosensory evoked potentials in thoracic endoscopic spine surgery: incidence and predictive factors. *Spine.* 2023;48(15):1098-1105. doi:10.1097/BRS.0000000000004789
  64. Tanaka M, Zhang L, Smith AB, et al. Age-related changes in spinal cord autoregulation: implications for perfusion pressure management. *J Clin Anesth.* 2024;93:111845. doi:10.1016/j.jclinane.2023.111845
  65. Wang T, Patel V, Chen Y, et al. Optimal mean arterial pressure targets in elderly patients undergoing endoscopic spine surgery: a multicenter randomized trial. *Anesth Analg.* 2024;139(1):189-197. doi:10.1213/ANE.0000000000006923
  66. Gupta R, Smith AB, Rodriguez-Centeno J, et al. Aortic stenosis and spinal cord perfusion during endoscopic spine surgery: a retrospective cohort study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2023;37(11):2567-2574. doi:10.1053/j.jvca.2023.05.023
  67. Lee SH, Chen L, Smith AB, et al. Cervical spinal cord perfusion thresholds during endoscopic surgery: a prospective observational study. *Spine J.* 2024;24(5):712-719. doi:10.1016/j.spinee.2023.12.008
  68. Rodriguez-Centeno J, Garcia-Perez A, Lopez-Gonzalez M, et al. Cervical spinal cord perfusion requirements during endoscopic procedures: a dose-response analysis. *J Neurosurg Spine.* 2024;40(3):267-275. doi:10.3171/2023.12.SPINE231098
  69. Zhang L, Patel V, Wang T, et al. Thoracic spinal cord vulnerability during endoscopic surgery: critical perfusion thresholds and monitoring strategies. *Eur Spine J.* 2024;33(4):1023-1031. doi:10.1007/s00586-024-08721-3

“La excelencia clínica nace de la integración perfecta entre fisiología y práctica”





## Actualidades en el Uso de Ultrasonido Clínico en la Anestesiología Moderna: ¿Estamos infravalorando al Quinto Pilar del Examen Físico actual?

### Current Advances in the Use of Clinical Ultrasound in Modern Anesthesiology: ¿Are We Underestimating the Fifth Pillar of the Contemporary Physical Examination?

López-Martínez Rogelio. Médico Anestesiólogo Egresado del Centro Médico American British Cowdray, Ciudad de México, México.

**Anestesia en México 2026;38(1): 60-67.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-008>

Fecha de recepción octubre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.  
roveli96@gmail.com

#### Resumen

El ultrasonido se ha vuelto una herramienta indispensable para el anestesiólogo actual, sin embargo la balanza entre su enfoque en anestesia regional y su uso clínico hemodinámico o pulmonar, muestra un desproporcionado peso hacia el uso del mismo para mejorar las técnicas regionales, lo cual aunque es imprescindible en la medicina perioperatoria contemporánea en protocolos de recuperación acelerada, relega el uso clínico del ultrasonido para la diagnosis y abordaje hemodinámico, pulmonar y vascular. En este sentido, sigue siendo una herramienta poco valorada hoy en día dentro del arsenal de manejo integral del anestesiólogo moderno. Gran parte de ello se debe al escepticismo con el que se

aborda al uso del ultrasonido en un pilar tan crítico como la valoración clínica integral, relegándolo en el mejor de los casos a su uso para abordaje de accesos vasculares o a su implementación reciente en rutas diagnósticas de estómago lleno o de vía aérea difícil. Esta revisión examina entonces la evidencia actual, sobre las diversas aplicaciones de ultrasonido en perioperatoria, abordando protocolos como *POCUS* o *VExUS* en anestesiología, desde la evaluación hemodinámica avanzada hasta su integración con tecnologías actualizadas para optimizar el manejo cardiorrespiratorio del paciente de forma general. La evidencia demuestra consistentemente que esta postura mejora la seguridad del paciente, aumenta la precisión diagnóstica y permite personalización del



manejo perioperatorio, una meta reciente de todas las ramas de la medicina. Es ahora quizás el momento ideal para que el anestesiólogo moderno, aplique en la práctica diaria los abordajes diagnósticos guiados por ultrasonido clínico, con la finalidad única de mejorar la atención y pronóstico de los pacientes que tiene a su cargo, quedando lejos ya la época de la diagnosis meramente clínica.

**Palabras clave:** Ultrasonido *point-of-care* (POCUS), anestesiología, evaluación hemodinámica, accesos vasculares, ultrasonido pulmonar.

### Abstract

Ultrasound has become an indispensable tool for the contemporary anesthesiologist; however, the balance between its focus on regional anesthesia and its clinical hemodynamic or pulmonary use shows a disproportionate weight toward its employment for improving regional techniques. While this is essential in contemporary perioperative medicine within accelerated recovery protocols, it relegates the clinical use of ultrasound for hemodynamic, pulmonary, and vascular diagnosis and management. In this regard, it remains an undervalued tool within the comprehensive management arsenal of the modern anesthesiologist. Much of this stems from the skepticism with which ultrasound use is approached in such a critical pillar as comprehensive clinical assessment, relegating it at best to its use for vascular access procedures or its recent implementation in diagnostic pathways for full stomach or difficult airway. This review thus examines the current evidence on the various perioperative ultrasound applications, addressing protocols such as POCUS or VExUS in anesthesiology, from advanced hemodynamic evaluation to its integration with updated technologies to optimize the patient's cardiohemodynamic management in general. The evidence consistently demonstrates that this approach improves patient safety, increases diagnostic precision, and enables personalization of perioperative management, a recent goal across all branches of medicine. Perhaps now is the ideal moment for the modern anesthesiologist to apply clinical ultrasound-guided diagnostic approaches in daily practice, with the sole purpose of improving the care and prognosis of patients under their charge, leaving far behind the era of merely clinical diagnosis.

**Keywords:** Point-of-care ultrasound (POCUS), anesthesiology, hemodynamic assessment, vascular access, pulmonary ultrasound

### Introducción

El ultrasonido en el punto de atención (*Point-of-Care Ultrasound, POCUS*) ha trascendido su concepción inicial como herramienta tecnológica auxiliar para consolidarse como extensión fundamental de la clínica del médico, y el anestesiólogo contemporáneo no es la excepción. En la práctica actual, representa el denominado “quinto pilar” del examen físico, complementando la inspección, palpación, percusión y auscultación tradicionales (1).

Su capacidad para proporcionar información anatómica y fisiológica en tiempo real ha catalizado una transformación en la toma de decisiones perioperatorias, facilitando la transición desde la inferencia antigua basada en signos clínicos indirectos hacia la visualización directa de la patofisiología en vivo. (2)

En este sentido, la evolución del ultrasonido en anestesiología representa más que un avance técnico, constituyendo un cambio fundamental en el abordaje clínico. El anestesiólogo moderno puede interrogar directamente la función cardíaca, evaluar la aireación pulmonar y determinar el estado de volumen intravascular, correlacionando estos hallazgos con el contexto clínico de manera instantánea y tomar decisiones guiadas acorde a un abordaje clínico más preciso (3).

Esta capacidad ha transformado el manejo del paciente hemodinámicamente inestable, como un caso de hipotensión o choque hipovolémico, al enfoque actual de la aplicación de protocolos poblacionales como el *Early Goal-Directed Therapy*, permitiendo evaluación individualizada mediante protocolos como *FATE (Focus Assessed Transthoracic Echocardiography)*, determinación de precarga-dependencia y cuantificación de congestión venosa mediante *VExUS (Venous Excess Ultrasound)* (4,5). Esta revisión sistemática postula que la integración del POCUS ha redefinido los estándares de cuidado en anestesiología moderna. Su aplicación, respaldada por evidencia robusta, mejora demostrablemente la seguridad del paciente, aumenta la precisión de las intervenciones terapéuticas y permite personalización sin precedentes del manejo perioperatorio, a pesar de su falta de integración generalizada en la práctica diaria del anestesiólogo.

### Metodología

Se realizó una búsqueda sistemática de literatura en bases de datos médicas incluyendo *PubMed*, *MEDLINE*, *SciELO* y *ResearchGate*, abarcando publicaciones desde el



año 2020 hasta 2025. Se incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas, meta-análisis y guías de práctica clínica relacionadas con aplicaciones del ultrasonido en anestesiología y perioperatoria. Los criterios de inclusión comprendieron estudios en población adulta, aplicaciones perioperatorias del ultrasonido y evidencia sobre resultados clínicos. Se excluyeron reportes de casos aislados y estudios en población pediátrica exclusivamente.

### Usos de la ultrasonografía clínica:

#### Evaluación y Monitorización Hemodinámica

##### Avanzada, Protocolo FATE y Diagnóstico del Choque

El protocolo *FATE* se ha consolidado como sistema de evaluación rápido, reproducible y accesible para el anestesiólogo no especializado en ecocardiografía (6).

El protocolo estándar comprende cuatro vistas esenciales: subcostal de cuatro cámaras, apical de cuatro cámaras, paraesternal eje largo y paraesternal eje corto. Mediante estas ventanas acústicas, se evalúa sistemáticamente: contractilidad ventricular global (izquierda y derecha), dimensiones de cavidades cardíacas, presencia de derrame pericárdico con compromiso hemodinámico y patología pleural significativa (7).

En el contexto del shock indiferenciado perioperatorio, el protocolo *FATE* permite hacer un diagnóstico diferencial rápido para tomar decisiones más precisas. Un ventrículo izquierdo hiperdinámico con cavidad colapsada sugiere choque hipovolémico o distributivo; la disfunción ventricular izquierda severa indica choque cardiogénico; la dilatación aguda del ventrículo derecho con hipocinesia de pared libre y signo de *McConnell* sugiere embolia pulmonar masiva (8).

Todo esto, sin necesidad de valorar cuantitativamente la macro hemodinamia ni acoplamiento ventrículo pulmonar, sino simplemente observando el patrón cualitativo cameral y pulmonar, lo que lo hace clínicamente atractivo aun cuando no se cuente con un alto expertise.

Las guías de la Sociedad Europea de Anestesiología y Cuidados Intensivos (ESAIC) recomiendan el uso de ecocardiografía para identificar la etiología del paro cardíaco perioperatorio (recomendación débil, calidad de evidencia baja, 2C) (9).

En un estudio multicéntrico de 2021 que incluyó 3,265 pacientes en paro cardíaco, aunque la sensibilidad para supervivencia al alta fue baja (6.2 %), se documentó

sensibilidad del 23.8 % para retorno de circulación espontánea, destacando su valor para decisiones en tiempo real durante la reanimación (10).

### Valoración de la Macro Hemodinamia:

#### Predictores Dinámicos de Respuesta a Fluidos

El paradigma de reanimación con fluidos ha experimentado una transformación fundamental, abandonando parámetros estáticos como la presión venosa central en favor de índices dinámicos que evalúan la interacción cardiopulmonar (11).

Hablando de ultrasonografía, el primer ejemplo es la variación del Diámetro de la Vena Cava Inferior ( $\Delta VCI$ ). Este parámetro cuantifica la variación respiratoria del diámetro de la VCI mediante modo M en ventana subcostal. Una variación  $>12$  o  $>40\%$  (valores para colapsabilidad y distensibilidad) sugiere posición en la porción ascendente de la curva de *Frank-Starling* y probable respuesta a volumen (12).

Sin embargo, para el caso de la distensibilidad de la VCI, su aplicabilidad está limitada a pacientes en ventilación mecánica controlada, sin esfuerzo respiratorio espontáneo, volumen corriente  $\geq 8$  ml/kg, ritmo sinusal, sin hipertensión intraabdominal y sin disfunción ventricular derecha severa.

Otra medida útil es la variación de la Integral Velocidad-Tiempo del Tracto de Salida del Ventrículo Izquierdo (ITV). Este método es más robusto y mide la variación del volumen sistólico mediante Doppler pulsado en vista apical cinco cámaras. Una variación  $>12\%$  predice respuesta a fluidos con área bajo curva ROC de 0.92, además de permitir calcular el gasto cardíaco del paciente si se asocia a la fórmula para traducir el volumen diastólico del ventrículo izquierdo y se multiplica por la frecuencia cardíaca (13).

Así mismo, la Elevación Pasiva de Piernas (PLR), puede efectuarse, siendo considerada prueba de referencia actual para evaluar precarga-dependencia. Simula autotransfusión de 300 mL aproximadamente, desde extremidades inferiores al compartimento central. El protocolo estricto requiere posición inicial semisentada  $45^\circ$ , transición a supino con piernas elevadas  $45^\circ$ , medición del efecto mediante monitor de gasto cardíaco en tiempo real, lo cual puede asociarse precisamente con la medida anteriormente descrita (ITV), siendo un incremento  $>10\%$  en gasto cardíaco o IVT-TSVI predictor de respuesta a





fluidos con sensibilidad 85% y especificidad 91 %. (14)

### **Papel del Protocolo VExUS para Evaluación de Congestión Venosa**

El protocolo VExUS representa una innovación fundamental para cuantificar congestión venosa sistémica de manera no invasiva. Su metodología escalonada comprende la evaluación de la Vena Cava Inferior (VCI), siendo un diámetro  $<2$  cm indicativo de ausencia de congestión significativa (VExUS 0). Por otro lado, un diámetro  $\geq 2$  cm requiere evaluación Doppler adicional, que se complementa con el abordaje diagnóstico Doppler de Vena Hepática, Vena Porta y Venas Intrarrenales (15). En el caso de la Vena Hepática, el patrón normal muestra onda S anterógrada dominante, y la congestión progresiva causa disminución (S<D) e inversión de onda S.

Para la ventana de *Doppler Vena Porta*, un análisis de flujo normal se representa por un flujo monofásico continuo. Pero en el caso de obtener un índice de pulsatilidad 30-49 % indicaría una anomalía leve, y más de  $\geq 50$  % severa. Y para el *Doppler de Venas Intrarrenales*, un flujo normal continuo evoluciona a bifásico y finalmente monofásico diastólico con congestión severa.

De todo ello, se integra una puntuación que clasifica los grados de congestión venosa en Grado 1 (leve, VCI dilatada con patrones normales/levemente anormales), Grado II (moderado, con un patrón severamente anormal), Grado 3 (severo con dos o más patrones severamente anormales). En anestesiología, estudios en cirugía cardíaca demuestran correlación significativa entre grados VExUS elevados y desarrollo de lesión renal aguda postoperatoria (16).

### **Ultrasonido en Accesos Vasculares:**

#### **Acceso Venoso Central Guiado**

La evidencia sobre superioridad de la guía ecográfica para acceso venoso central es contundente. Meta-análisis múltiples documentan consistentemente aumento de tasa de éxito al primer intento, reducción del tiempo total del procedimiento y disminución drástica de complicaciones mecánicas (punción arterial, hematoma, neumotórax) (17,18)

Las guías actuales de la *American Society of Anesthesiologists* (ASA) y ESAIC, incluyendo recomendaciones PERSEUS, establecen la guía ecográfica como estándar de cuidado (recomendación fuerte) para inserción de catéter venoso central, particularmente

en vena yugular interna, independientemente de la experiencia del operador (19,20).

Además, la capacidad de comprobar el sitio de colocación del catéter central mediante ultrasonido, lo hacen no solo atractivo sino una herramienta necesaria en la modernidad, para asegurar una práctica clínica cada vez más efectiva. La prueba de burbujas ecocardiográfica (*Rapid Atrial Swirl Sign*, RASS) ofrece confirmación inmediata de posición central del catéter sin necesidad de radiografía. Para ello, se necesita una inyección rápida de 10 ml solución salina agitada por puerto distal mientras se visualiza la aurícula derecha. La aparición de microburbujas en  $<2$  segundos confirma una adecuada posición central de la punta del catéter (21).

Un estudio de 2025 evaluando localización ecocardiográfica reportó una precisión del 99.4% para la verificación de la punta del catéter central, estableciendo un nuevo estándar para verificación. [22]

### **Accesos Periféricos y Arteriales**

En pacientes con acceso venoso difícil, el ultrasonido permite canulación de venas profundas (basílica, braquial) no accesibles por técnica tradicional, aumentando tasas de éxito y reduciendo necesidad de acceso central (23).

Para cateterización arterial, especialmente radial, la guía ecográfica mejora significativamente éxito al primer intento y reduce complicaciones vasculares (24).

### **Ultrasonido Pulmonar Perioperatorio:**

#### **Diagnóstico de Patología Pleuropulmonar**

El ultrasonido pulmonar (LUS) supera consistentemente a la combinación de exploración física y radiografía portátil para diagnóstico de patologías agudas (25).

Un ensayo clínico multicéntrico aleatorizado de 2020 demostró que el abordaje POCUS cardiopulmonar mejoraba significativamente la evaluación diagnóstica en insuficiencia respiratoria comparado con manejo estándar (26).

La semiología ultrasonográfica pulmonar se fundamenta en interpretación de artefactos específicos, como el pulmón Normal (deslizamiento pleural con líneas A, artefactos horizontales equidistantes), síndrome Intersticial (líneas B verticales desde línea pleural, correlacionando con edema), neumotórax (ausencia de deslizamiento pleural, con punto pulmonar patognomónico), o consolidación (patrón "hepatización" con posibles broncogramas aéreos dinámicos).



### Titulación Personalizada de PEEP

El LUS permite visualización y cuantificación del reclutamiento alveolar en respuesta a cambios de PEEP. *El Lung Ultrasound Score divide el tórax* en 12 regiones, puntuadas 0-3 según pérdida de aireación: 0 (Normal líneas A), 1 (líneas B separadas  $\geq 3$ ), 2 (líneas B coalescentes), 3 (Consolidación) (27).

Un ensayo aleatorizado de 2024 demostró que la titulación de PEEP guiada por LUS redujo significativamente severidad de atelectasias y complicaciones pulmonares postoperatorias comparado con PEEP fija estándar (28).

### Aplicaciones Diagnósticas Adicionales guiadas por Ultrasonido: Confirmación de Intubación Endotraqueal

La visualización transtraqueal permite confirmación inmediata de intubación correcta. La intubación traqueal muestra un artefacto único en forma de “cola de cometa”; mientras que la intubación esofágica presenta signo de “doble vía aérea” (29).

Un estudio de 2024 documentó que POCUS es significativamente más rápido que capnografía para confirmación de intubación endotraqueal ( $21.63 \pm 7.38$  vs  $40.62 \pm 7.93$  segundos), con valor crítico en situaciones de bajo gasto cardíaco donde la capnografía puede ser falsamente negativa (30).

### Evaluación Gástrica

El protocolo estandarizado evalúa antro gástrico en decúbito supino y lateral derecho, diferenciando estómago vacío (antro colapsado), líquidos claros (contenido anecoico) o contenido sólido (ecogenicidad heterogénea). Permite estratificación individualizada del riesgo de aspiración, optimizando decisiones sobre técnica anestésica en pacientes con estado de ayuno incierto (31).

### Integración con Tecnologías Emergentes e Inteligencia Artificial y Robótica

Los algoritmos de aprendizaje profundo abordan la dependencia del operador mediante reconocimiento automatizado de patrones y diagnóstico asistido (32). Desarrollos destacados incluyen AI-GUIDE con sistema robótico del Massachusetts General Hospital/MIT que combina Inteligencia Artificial (IA) para identificación vascular con guía robótica milimétrica para inserción de aguja; *CERTA Access System*, como plataforma que

integra ultrasonido con tecnología de vibración de aguja para reducir deformación tisular y mejorar precisión de punción. Su utilidad sólo podrá comprobarse, sin embargo, ya que su uso se difunda a la práctica médica cotidiana. No obstante, tener la capacidad de mejorar la precisión en vivo del abordaje de estructuras empoderando el ultrasonido con inteligencia artificial, parece un buen paso al futuro de la anestesiología (33,34).

Un estudio pionero de 2025 evaluando *Apple Vision Pro* para colocación de Catéter Venoso Central (CVC) simulado reportó excelente usabilidad y mejora ergonómica significativa. La superposición holográfica de imagen ultrasonográfica en campo visual permite una alineación adecuada entre imagen y procedimiento de acuerdo a lo descrito. Faltarán estudios prospectivos por supuesto que apoyen la implementación estandarizada de estos dispositivos en la práctica médica (35).

### Barreras de Implementación y Desafíos Actuales

Una encuesta nacional de 2022 a programas de residencia identificó barreras principales para uso de ultrasonografía como falta de facultad capacitada (50 %), tiempo insuficiente para enseñanza (58 %) y sobrecarga curricular (50 %). Desafíos adicionales incluyen credencialización, privilegios hospitalarios y requisitos de documentación para facturación (36).

Sin embargo, sociedades profesionales han intentado desarrollar currículas estandarizadas y vías de certificación como el Certificado POCUS Diagnóstico de ASA que requiere módulos teóricos, portafolio documentado (50 estudios cardíacos, 30 pulmonares, 30 gástricos, 30 FAST), supervisión de subconjunto y examen final. Estas iniciativas garantizan competencia uniforme y facilitan obtención de privilegios institucionales (37,38).

Prioridades futuras descritas en la literatura incluyen el desarrollo de protocolos de entrenamiento basados en simulación más eficientes, estudios rigurosos de costo-efectividad para justificar inversión institucional e investigación sobre aplicaciones en entornos de recursos limitados donde el impacto potencial del ultrasonido podría ser aún mayor (39).

### Conclusiones

El ultrasonido clínico ha alcanzado una madurez importante como herramienta diagnóstica y procedimental indispensable en la medicina actual, más



aún en la anestesiología contemporánea. La evidencia revisada demuestra consistentemente su superioridad sobre técnicas tradicionales en múltiples dominios como la evaluación hemodinámica avanzada, seguridad en accesos vasculares, optimización de ventilación mecánica y diagnóstico de patologías agudas. La integración con tecnologías emergentes como inteligencia artificial y realidad aumentada podría además expandir todavía sus capacidades y abordar limitaciones actuales.

La competencia en ultrasonografía, ya no constituye habilidad opcional sino competencia fundamental del anestesiólogo moderno. Su dominio es esencial para practicar anestesiología segura, eficiente y personalizada. El desafío actual no radica en justificar su adopción, sino en superar barreras de implementación mediante formación estandarizada, desarrollo de infraestructura educativa y demostración continua de valor clínico y económico.

La transformación del ultrasonido, de herramienta auxiliar a “quinto pilar” del examen físico representa más que evolución tecnológica. Simboliza la transición hacia una era de medicina perioperatoria de precisión, donde decisiones se basan en evaluación fisiológica directa e individualizada en lugar de inferencias poblacionales. En este contexto, el ultrasonido en punto de atención se establece definitivamente como extensión indispensable de los sentidos y juicio clínico del anestesiólogo del siglo XXI.

## Referencias

1. Sabath E. Point of care ultrasonography as the new “Laennec Stethoscope”. *World journal of Nephrology* 2024;13(1):90542. <https://doi.org/10.5527/wjn.v13.i1.90542>
2. Naji A, Chappid M, Ahme, Monga A, Sanders J. Perioperative point-of-care ultrasound use by anesthesiologists. *Cureus* 2021;13(5):e15217. <https://doi.org/10.7759/cureus.15217>
3. Gohad R, Jain S. The use of point-of-care ultrasound (POCUS) in anesthesiology: A narrative review. *Cureus* 2024;16(9):e70039. <https://doi.org/10.7759/cureus.70039>
4. Noor A, Liu M, Jarman, Yamanaka, Kaul M. Point-of-care ultrasound use in hemodynamic assessment. *Biomedicine* 2025;13(6):1426. <https://doi.org/10.3390/biomedicine13061426>
5. Lukyanova V, Pellegrini J, Greenier E, Anderson B, Morgan B. Point-of-Care Ultrasound in Anesthesia Care: New AANA Practice Document Adopted by AANA Board of Directors. *AANA journal* 2021;89(1):9-11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33543708/>
6. Nagre AS. Focus-assessed transthoracic echocardiography: Implications in perioperative and intensive care. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 2019;22(3):302-308. [https://doi.org/10.4103/aca.ACA\\_88\\_18](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_88_18)
7. Holm JH, Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Sloth E. Perioperative use of focus assessed transthoracic echocardiography (FATE). *Anesthesia and Analgesia* 2021;115(5):1029-1032. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31826dd867>
8. Oveland NP, Bogale N, Waldron B, Bech K, Sloth E. Focus assessed transthoracic echocardiography (FATE) to diagnose pleural effusions causing haemodynamic compromise. *Case Reports in Clinical Medicine* 2013;2(3):189-193. <https://doi.org/10.4236/crcm.2013.23052>
9. Hinkelbein J, Andres J, Böttiger BW, Brazzi L, De Robertis E, Einav S, et al. Cardiac arrest in the perioperative period: A consensus guideline for identification, treatment, and prevention from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care and the European Society for Trauma and Emergency Surgery. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 2023;49(5):2031-2046. <https://doi.org/10.1007/s00068-023-02271-3>
10. Magon F, Longhitano Y, Savioli G, Piccioni A, Tesaro M, Del Duca F, et al. Point-of-care ultrasound (POCUS) in adult cardiac arrest: Clinical review. *Diagnostics (Basel)* 2024;14(4):434. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14040434>
11. Nieto-Pérez OR, Sánchez-Díaz JS, Solórzano-Guerra A, Márquez-Rosales E, García-Parra OF, Zamarrón-López EI, et al. Fluidoterapia intravenosa guiada por metas. *Medicina Interna de México* 2019;35(2):235-245. <https://doi.org/10.24245/mim.v35i2.2337>
12. Carrillo-Esper R, Tapia-Velasco R, Galván-Talamantes Y, Garrido-Aguirre E. Evaluación de la precarga y respuesta a volumen mediante ultrasonografía de la vena cava. *Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva* 2015;29(2):105-112. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-84332015000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-84332015000200008&lng=es&tlng=es)
13. Zapata L, Martín-Villén L, Llanos C, Fraile Gutiérrez V, Gómez López R, Jiménez Rivera JJ, et al. ¿Cómo valorar la respuesta a volumen en la UCI? Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) 2022. <https://semicyuc.org/wp-content/uploads/2022/11/GTCICYRCP-COMO-VALORAR-LA-RESPUESTA-A-VOLUMEN-EN-LA-UCI.pdf>





14. Mallat J, Siuba MT, Abou-Arab O, Kovacevic P, Ismail K, Duggal A, et al. Changes in pulse pressure variation induced by passive leg raising test to predict preload responsiveness in mechanically ventilated patients with low tidal volume in ICU: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care* 2025;29(1):18. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05238-x>
15. Chin WV, Ngai MMI, See KC. Venous excess ultrasound: A mini-review and practical guide for its application in critically ill patients. *World Journal of Critical Care Medicine* 2025;14(2):101708. <https://doi.org/10.5492/wjccm.v14.i2.101708>
16. Singh K, Carvalho R. Perioperative Venous Excess Ultrasound Score (VExUS) to Guide Decongestion in a Dilated Cardiomyopathy Patient Presenting for Urgent Surgery. *Cureus* 2021;13(12):e20545. <https://doi.org/10.7759/cureus.20545>
17. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: A meta-analysis of the literature. *Critical Care Medicine* 1996;24(12):2053-2058. <https://doi.org/10.1097/00003246-199612000-00020>
18. Boulet N, Pensier J, Occean BV, Peray PF, Mimoz O, Rickard CM, et al. Central venous catheter-related infections: A systematic review, meta-analysis, trial sequential analysis and meta-regression comparing ultrasound guidance and landmark technique for insertion. *Critical Care* 2024;28(1):378. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05162-0>
19. Lamperti M, Biasucci DG, Bland D, Buda T, De Robertis E, Di Fenza R, et al. European Society of Anaesthesiology guidelines on perioperative use of ultrasound-guided for vascular access (PERSEUS vascular access). *European Journal of Anaesthesiology* 2020;37(5):344-376. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001180>
20. Vegas A, Wells B, Braum P, Denault A, Miller Hance WC, Kaufman C, et al. Guidelines for performing ultrasound-guided vascular cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2025;38(2):57-91. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2024.12.004>
21. Meggiolaro M, Scatto A, Zorzi A, Roman-Pognuz E, Lauro A, Passarella C, et al. Confirmation of correct central venous catheter position in the preoperative setting by echocardiographic "bubble-test". *Minerva Anestesiologica* 2015;81(9):989-1000. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25375312/>
22. Shen Y, Li X, Zhang H, Chang J, Zhou X. Development and feasibility of an echocardiography-guided tip location program for central venous catheter implantation. *Nursing in Critical Care* 2025;30(4):e13207. <https://doi.org/10.1111/nicc.13207>
23. Xiong X, Xiong Y, Liu G. Systematic review and meta-analysis: Safety of ultrasound-guided peripheral venipuncture and catheterization. *Annals of Palliative Medicine* 2021;10(11):12053-12061. <https://doi.org/10.21037/apm-21-3163>
24. Sherrin SMK, Viegas KM, Mustafa W, John JP, Taneja V. Ultrasound-guided dynamic needle tip positioning technique for radial artery cannulation. *Medical Research Archives* 2025;13(8). <https://doi.org/10.18103/mra.v13i8.6889>
25. Berry L, Rehnberg L, Groves P, Knight M, Stewart M, Dushianthan A. Lung ultrasound in critical care: A narrative review. *Diagnostics (Basel)* 2025;15(6):755. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15060755>
26. Kothekar AT. Combined Cardiopulmonary Ultrasound: A Treatment Changing Modality in Acute Respiratory Failure. *Indian Journal of Critical Care Medicine* 2020;24(11):1008-1009. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23651>
27. Mousa A, Klompmaker P, Tuinman PR. Setting positive end-expiratory pressure: Lung and diaphragm ultrasound. *Current Opinion in Critical Care* 2024;30(1):53-60. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001119>
28. Ma J, Sun M, Song F, Wang A, Yang M, Jiang T, et al. Effect of ultrasound-guided individualized positive end-expiratory pressure on the severity of postoperative atelectasis in elderly patients: A randomized controlled study. *Scientific Reports* 2024;14(1):28247. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79105-8>
29. Gottlieb M, Kim DJ, Peksa GD, Westrick J, Marks A. Transtracheal ultrasound for identifying endotracheal intubation in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2025;2025(1):CD015936. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD015936>
30. Neethirajan SGR, Baskar G, Parameswari A. Focus on POCUS: Identification of Early Successful Intubation by Point-of-Care Ultrasound Versus End-Tidal Carbon Dioxide: A Prospective Comparative Study. *Turkish Journal of Anaesthesiology and Reanimation* 2024;52(6):240-246. <https://doi.org/10.4274/TJAR.2024.241720>
31. Flynn DN, Schoenherr JR. Gastric ultrasound. In *StatPearls*. StatPearls Publishing 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580524/>
32. Yan L, Li Q, Fu K, Zhou X, Zhang K. Progress in the application of artificial intelligence in ultrasound-assisted medical diagnosis. *Bioengineering (Basel)* 2025;12(3):288. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12030288>
33. MIT Lincoln Laboratory. Artificial intelligence-guided ultrasound intervention device [Internet]. Consultado el 15 de octubre de 2024. Disponible en: <https://www.ll.mit.edu/r-d/projects/artificial-intelligence-guided->



ultrasound-intervention-device

34. Obvius Robotics, Inc. OBVIUS Robotics™ completes first U.S. cases with CERTA™ access system [Comunicado de prensa en Internet]. PR Newswire; 4 de septiembre de 2025. Disponible en: <https://www.prnewswire.com/news-releases/obvius-robotics-completes-first-us-cases-with-certa-access-system-302546639.html>
35. Bexten T, Boehm A, Miller J, Yalamuri SM, Read MD, Simard T, et al. Virtual ultrasound-guided central vascular access using Apple Vision Pro: An evaluation and proof of concept. *Cureus* 2025;17(7):e87274. <https://doi.org/10.7759/cureus.87274>
36. Edwards J, Ahn D, Alcaraz D, Chiles C, Khuu T, Soni NJ, et al. Point-of-care ultrasound training among anesthesiology residency programs in the United States. *BMC Anesthesiology* 2025;25(1):105. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-02929-y>
37. ASA Committee on Economics. Point of care ultrasound (PoCUS). American Society of Anesthesiologists; 13 de marzo de 2023. Disponible en: <https://www.asahq.org/quality-and-practice-management/managing-your-practice/timely-topics-in-payment-and-practice-management/point-of-care-ultrasound-pocus>
38. American Society of Anesthesiologists. Diagnostic POCUS certificate program. 2024. Disponible en: <https://www.asahq.org/shop-asa/diagnostic-pocus-certificate-program>
39. Lentz B, Fong T, Rhyne R, Risko N. A systematic review of the cost-effectiveness of ultrasound in emergency care settings. *The Ultrasound Journal* 2021;13(1):16. <https://doi.org/10.1186/s13089-021-00216-8>



## Crisis Epiléptica Intraoperatoria Durante Colocación de Estimulador Cerebral Profundo:

### Intraoperative Epileptic Seizure During Deep Brain Stimulator Placement

Arias-Magaña Raul<sup>1</sup>, Medina-Pineda Mariana<sup>1</sup>, Gutiérrez-Pérez Nancy<sup>1</sup>, Ochoa-Martínez Edith Elizabeth<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Médico residente de la subespecialidad de Neuroanestesiología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez (INNNMVS), <sup>2</sup>Médico adscrito del departamento de Neuroanestesiología del INNNMVS, Ciudad de México, México.

**Anestesia en México 2026; 38(1): 68-71.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-009>

*Fecha de recepción 2026, Fecha de revisión noviembre 2026, fecha de publicación enero 2026.*  
raulariasm25@gmail.com

#### Resumen

La colocación del estimulador cerebral profundo (DBS) es una técnica neuroquirúrgica segura en pacientes con enfermedad de Parkinson farmacoresistente. Entre las complicaciones transoperatorias, aunque poco frecuentes, se incluyen las crisis epilépticas.

Presentamos el caso de una paciente de sexo femenino de 43 años con diagnóstico de enfermedad de Parkinson, quien ingresó a quirófano para la colocación de un DBS.

El manejo anestésico consistió en bloqueo del cuero cabelludo y sedación. Durante el transanestésico presentó una crisis epiléptica, la cual se manejó con irrigación de solución salina fría en el campo quirúrgico y un bolo de propofol, logrando yugular la crisis. Esta complicación puede tener efectos adversos en el paciente y en el resultado de la cirugía, por lo que debe identificarse y tratarse oportunamente.

**Palabras clave:** Enfermedad de Parkinson, estimulador

cerebral profundo (DBS), crisis epiléptica.

#### Abstract

Deep brain stimulation (DBS) implantation is a safe neurosurgical technique for patients with drug-resistant Parkinson's disease. Intraoperative complications, although infrequent, include epileptic seizures. We present the case of a 43-year-old female patient diagnosed with Parkinson's disease who underwent DBS implantation. Anesthesia was administered via scalp block and sedation. During the procedure, she experienced an epileptic seizure, which was managed with irrigation of cold saline solution to the surgical field and a bolus of propofol, successfully controlling the seizure. This complication can have adverse effects on the patient and the surgical outcome; therefore, it must be identified and treated promptly.

**Keywords:** Parkinson's disease, deep brain stimulation (DBS), intraoperative seizures.



## Introducción

La colocación del DBS es una técnica neuroquirúrgica estandarizada en aquellos pacientes con enfermedad de Parkinson cuyo tratamiento farmacológico no resulta efectivo. Este procedimiento es relativamente seguro, sin embargo, pueden presentarse una variedad de complicaciones perioperatorias; entre las que tienen menor incidencia, se incluyen las crisis epilépticas intraoperatorias (1).

## Caso clínico:

Se trató de un femenino de 43 años con diagnóstico de enfermedad de Parkinson de 15 años de evolución con inadecuada respuesta al tratamiento farmacológico, dado que continuaba con presencia de movimientos anormales; debido a ello, fue considerada candidata para colocación de DBS. No presentaba otros antecedentes patológicos de importancia ni historia de crisis epilépticas.

Se inició la técnica anestésica en la cama de hospitalización de la paciente, previo a la colocación del *marco de estereotaxia*, se realizó sedación con fentanilo 50 µg intravenosos y la colocación del bloqueo del cuero cabelludo con ropivacaína 0.75 % (150 mg). Posteriormente se trasladó a la paciente para la toma de la tomografía computarizada, con la cual el equipo neuroquirúrgico realizó la planeación quirúrgica. Al término del estudio de imagen, la paciente ingresó a sala de quirófano. Se realizó monitorización continua no invasiva y monitoreo de la profundidad anestésica con índice bispectral (BIS) (Figura 1). El mantenimiento anestésico consistió en administración de oxígeno suplementario por puntas nasales a 3 L/min, fentanilo en perfusión *TCI modelo Shafer* (concentración en sitio efecto de 1.0-1.5 ng/mL) y dexmedetomidina en perfusión manual (0.3-0.5 µg/kg/min).

Durante el transoperatorio, y la colocación del primer electrodo del lado izquierdo ocurrió sin incidentes, sin embargo, en el momento que finalizó la realización del trépano derecho, la paciente presentó desviación de la mirada, así como movimientos tónico-clónicos focales en extremidad superior derecha, progresando a bilateral generalizada con pérdida del estado de despierto, compatible con crisis epilépticas por la presentación clínica y también por el registro del trazo del electroencefalograma procesado observado en el monitor BIS (Figura 2). Como primera acción, se notificó al equipo neuroquirúrgico, y se realizó irrigación con solución fría en el campo quirúrgico, además de la administración de un bolo intravenoso de

30 mg de propofol, logrando así cesar con la crisis. No obstante, la paciente presentó lesión lingual con evidencia de sangrado leve, por lo cual, se procedió a aspirar la cavidad oral y se apoyó con mascarilla facial. En el estado *postictal* la paciente se mantuvo con somnolencia, por consiguiente, hubo falta de cooperación para las pruebas neurofisiológicas durante la etapa de macroestimulación, por lo que se decidió diferir el resto del procedimiento quirúrgico.

La paciente egresó a la unidad de terapia intensiva, previa realización de nuevo estudio de tomografía, donde se evidenció la presencia de *neumoencéfalo* (Figura 3). Durante su estancia en la unidad de terapia intensiva, se mantuvo en vigilancia durante 24 horas, no presentó nuevas crisis epilépticas. Posteriormente, se dio de alta a su domicilio y se reprogramó para completar la cirugía, en la cual no se reportaron nuevas complicaciones.

Figura 1: Arco en C a la cabeza del paciente.

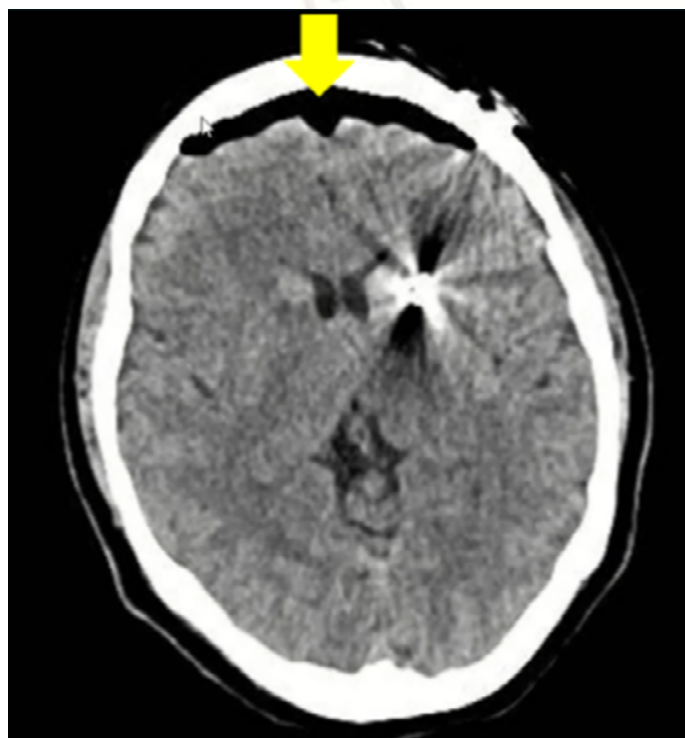


Figura 2: Monitor BIS durante el transanestésico.

Dentro del recuadro rojo se aprecia el cambio del espectrograma, señalando el momento de la crisis epiléptica, y su posterior disminución del estado de despierto.



Figura 3: TAC de cráneo posquirúrgico en corte axial, donde se observa en la parte anterior una hipodensidad correspondiente a neumocéfalo (flecha amarilla), y del lado izquierdo, se observa una hiperdensidad con artefacto que corresponde al electrodo izquierdo.



## Discusión

El DBS es un método de tratamiento quirúrgico que usa estimulación eléctrica crónica en un blanco anatómico cerebral, el cual consiste en la inserción de electrodos guiados por un marco de *estereotaxia* e imágenes de tomografía y/o resonancia. En el caso de la Enfermedad de Parkinson, las dianas terapéuticas suelen ser el núcleo subtalámico o el globo pálido interno (1). La colocación de DBS se considera segura y eficaz en los pacientes cuidadosamente seleccionados, con eventos adversos y complicaciones relativamente raras (2).

La cirugía consiste en dos fases. La primera es la colocación de los electrodos, para ello, es necesario realizar primero la colocación del marco de *estereotaxia*, para que, al obtener las imágenes de tomografía, se realice la planeación de la trayectoria de la inserción de los electrodos, una vez colocados, se realiza un microrregistro y finalmente se hace una macroestimulación, la cual requiere que el paciente se encuentre totalmente despierto y colaborador con las pruebas neurofisiológicas. La segunda fase, es la colocación del generador, que usualmente es a nivel infraclavicular. En cuanto a la técnica anestésica, idealmente durante la primera fase, se recomienda el uso del bloqueo del cuero cabelludo asociado a una sedación endovenosa, la cual se ha reportado que, con el uso de opioides, así como de alfa agonistas como la dexmedetomidina, se presentan ventajas en este tipo de cirugía, en vista de que tienen mínima interferencia sobre el microrregistro, así como durante la macroestimulación (3). Por esta razón fue que se decidió la técnica anestésica descrita durante el caso clínico, ya que esto nos permitió evaluar de forma adecuada a la paciente durante la instalación del primer electrodo hasta antes de la presentación de la crisis epiléptica. La segunda etapa se suele realizar bajo anestesia general (3).

Existen reportes sobre las complicaciones en cirugía de colocación de DBS, los autores *Eiamcharoenwit y cols*, reportan que la complicación intraoperatoria más común es la hipertensión arterial durante la primera fase en un 65.2 %, la cual se debe tratar para evitar la aparición de hemorragia intracraneal; y durante la segunda fase de la cirugía, la complicación más frecuente es la hipotensión arterial en un 30.4 %, principalmente asociada a las alteraciones hemodinámicas propias de la enfermedad de Parkinson y a los cambios hemodinámicos inherentes al someterse a una anestesia general. Así mismo, reportaron





que durante el postoperatorio predominó la incidencia de delirium en un 13 % (4).

La incidencia de crisis epilépticas durante la colocación de DBS es 0.4-4 %, la mayoría suele ser de nueva aparición y hasta el 40 % se asocian con anomalías en el estudio de imagen (neumoencefalo, edema o hemorragia). *Atchley y cols*, evaluaron la incidencia y factores de riesgo asociados a crisis epilépticas durante colocación de DBS, encontrando una incidencia de 3.4 % en su estudio retrospectivo. Así mismo encontraron como un factor de riesgo para presentar crisis epilépticas pertenecer a la población joven, debido probablemente a una menor tolerancia al *neumoencefalo*, edema o hemorragia durante la colocación de los electrodos. Este factor de riesgo estuvo presente en la paciente, ya que, al ser una mujer en la quinta década de la vida, existía una mayor probabilidad de irritación cortical secundaria al *neumoencefalo*. Este último se genera por la apertura y cierre de la duramadre durante la colocación del electrodo a través del trépano. Dichos cambios en el contenido intracraneal suelen ser menos tolerados en pacientes jóvenes que en adultos mayores, quienes generalmente presentan cierto grado de atrofia cerebral y, por lo tanto, una mayor capacidad para compensar estas alteraciones (5).

La mayoría de las crisis intraoperatorias son de tipo focal y autolimitadas, pero ocasionalmente pueden progresar a generalizadas. Estas crisis, se deben tratar inmediatamente debido a los riesgos asociados, por ejemplo, las lesiones orales y linguales, lesiones musculoesqueléticas, el riesgo de broncoaspiración y pérdida de la permeabilidad de la vía aérea, además de presentar dificultad para la valoración neurológica en el periodo posictal (6).

En cuanto al tratamiento para yugular las crisis epilépticas durante la craniectomía con paciente despierto, estas se pueden hacer extensivas a los pacientes para colocación de DBS, entre ellas se encuentran inicialmente la irrigación con solución salina fría sobre el tejido cerebral, así como bolos con dosis pequeñas de propofol. Ocasionalmente se requiere uso de benzodiacepinas y fármacos antiepilépticos, siendo recomendada la protección de la vía aérea bajo intubación orotraqueal con anestesia general en crisis de duración de más de cinco minutos (7). Afortunadamente, en nuestro caso, no fue necesaria la conversión a anestesia general, puesto que, con las medidas primarias, se logró controlar la crisis. En este caso, omitimos el uso de benzodiacepinas como primera

opción en el manejo de crisis epiléptica transoperatoria, por causar gran supresión sobre el microrregistro en la colocación del electrodo. Sin embargo, debido a que la paciente presentó un periodo posictal caracterizado por somnolencia, no se pudo concretar el procedimiento quirúrgico, a pesar de haber empleado la terapéutica adecuada para mitigar la crisis.

### Conclusiones

Las crisis epilépticas como complicación en cirugía de colocación de DBS en pacientes con enfermedad de Parkinson, suelen ser poco frecuentes. No obstante, es fundamental para el neuroanestesiólogo identificar oportunamente tanto clínica como electroencefalográficamente la presencia de la crisis, y actuar de forma apropiada para evitar mayores complicaciones.

### Bibliografía

1. Cottrell JE, Patel P. Neuroanesthesia. Philadelphia: Elsevier; 2017.
2. Lopez Rios AL, Piedimonte F, Arango GJ, Teixeira MJ, Arellano-Reynoso A, Del Carmen César G, *et al*. Deep brain stimulation in Latin America in comparison with the US and Europe in a real-world population: indications, demographics, techniques, technology, and adverse events. *J Neurosurg*. 2024;141(6):1587-1594. doi:10.3171/2024.4.JNS23924.
3. Prabhakar H. Essentials of Neuroanesthesia. London: Elsevier; 2017.
4. Eiamcharoenwit J, Akavipat P. Incidence of complications associated with deep brain stimulation surgery in patients with Parkinson's disease: an 8-year retrospective study. *Saudi J Anaesth*. 2024;18(1):62-69. doi:10.4103/sja.sja\_384\_23.
5. Atchley TJ, Elsayed GA, Sowers B, Walker HC, Chagoya G, Davis MC, *et al*. Incidence and risk factors for seizures associated with deep brain stimulation surgery. *J Neurosurg*. 2020;135(1):279-283. doi:10.3171/2020.5.JNS20125.
6. Servello D, Galbiati TF, Iess G, Minafra B, Porta M, Pacchetti C, *et al*. Complications of deep brain stimulation in Parkinson's disease: a single-center experience of 517 consecutive cases. *Acta Neurochir (Wien)*. 2023;165(11):3385-3396. doi:10.1007/s00701-023-05799-w.
7. Tang L, Tan TK. Anaesthetic considerations and challenges during awake craniotomy. *Singapore Med J*. 2024; Epub ahead of print. doi:10.4103/singaporemedj.SMJ-2022-053.





## Manejo Perioperatorio en Neurocirugía Híbrida

### Perioperative Management in Hybrid Neurosurgery

Hernández-Martínez Helga Marivilia<sup>1</sup>, Pérez-López Itzel Daniela<sup>1</sup>, Bautista-Ordoñez Samantha<sup>1</sup>, Arias-Magaña Raúl<sup>1</sup>, Alcacio-Mendoza Fernanda Raquel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Médico residente de segundo año de la subespecialidad de Neuroanestesiología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez (INNNMVS), CDMX. <sup>2</sup>Neuroanestesióloga adscrita al INNNMVS y al Hospital General Dr. Manuel Gea González, CDMX.

**Anestesia en México 2026; 38(1): 72-76.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-010>

*Fecha de recepción septiembre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*  
mariviliahernandez@hotmail.com

#### Resumen

Los quirófanos híbridos se integran por una sala de angiografía de alta resolución donde se realiza microcirugía convencional, permitiendo así neurointervenciones endovasculares y abiertas combinadas en un solo entorno. El uso de quirófanos híbridos es cada vez más común en todo el mundo, y el caso de los procedimientos neuroquirúrgicos no es la excepción y, en este contexto, la combinación de procedimientos quirúrgicos y endovasculares tiene un gran impacto y eficiencia. El anestesiólogo debe estar familiarizado con los matices del manejo perioperatorio de pacientes neuroquirúrgicos complejos en quirófanos híbridos. Presentamos el caso del manejo neuroanestésico exitoso de un paciente con un aneurisma cerebrovascular, que se sometió a una intervención quirúrgica asistida con guía endovascular. El protocolo anestésico incluyó infusiones controladas de propofol y fentanilo, así como monitorización invasiva de

la presión arterial. El paciente despertó sin nuevos déficits neurológicos, no presentó complicaciones perioperatorias y fue dado de alta al tercer día postoperatorio. Este caso destaca la necesidad de una toma de decisiones intraoperatoria flexible, cómo una buena comunicación y organización del equipo multidisciplinario, lo que mejora el pronóstico de los pacientes y reduce la morbilidad.

**Palabras clave:** Neurocirugía híbrida, manejo perioperatorio, neuroanestesia.

#### Abstract

Hybrid operating-room (hybrid-OR) integrate high-resolution angiography with conventional microsurgery to enable combined endovascular and open neurointerventions in a single setting. The use of hybrid-ORs is becoming more common worldwide. The use of these settings for neurosurgical procedures is not the exception and in this context the combination of surgical and endovascular procedures is of



great impact and efficiency. The anesthesiologist must be familiar with the nuances of perioperative management of complex neurosurgical patient in hybrid-ORs. We present the case of a successful neuroanesthetic management of a patient with a cerebrovascular aneurysm with surgical and endovascular intervention. Anesthetic management included target-controlled infusions of propofol and fentanyl and invasive blood pressure monitoring. The patient awoke without new neurological deficits, experienced no perioperative complications, and was discharged home on postoperative day 3. This case highlights the necessity of flexible intraoperative decision-making and how a good communication and organization of the multidisciplinary team improve the prognosis of the patient and reduces morbidity and mortality.

**keywords:** Hybrid neurosurgery, Perioperative management, Neuroanesthesia.

## Introducción

Una sala quirúrgica híbrida (SQH) es un quirófano convencional equipado con sistemas avanzados de imagenología (1). Con la llegada de tecnologías más sofisticadas, el uso de salas quirúrgicas híbridas para procedimientos neuroquirúrgicos está en aumento. A pesar de este crecimiento, persiste una notable escasez de publicaciones centradas específicamente en los retos anestésicos únicos de estas intervenciones. La mayoría de los textos se enfocan en aspectos técnicos o quirúrgicos, mientras que las estrategias neuroanestésicas perioperatorias y la toma de decisiones intraoperatorias detalladas son poco descritas. Las imágenes obtenidas pueden utilizarse con distintos fines, según la fase quirúrgica y el tipo de intervención. En el preoperatorio se usan para navegación quirúrgica; en el intraoperatorio para visualizar imágenes en tiempo real, guía intervencional y neuronavegación; y al final, para evaluar el resultado quirúrgico y determinar ajustes (2). El manejo perioperatorio en la SQH debe ser multidisciplinario, con planeación y comunicación preoperatoria entre todos los equipos involucrados (Figura 1). Los procedimientos realizados en estas salas pueden presentar un mayor riesgo si el equipo carece de experiencia en el manejo de este tipo de pacientes. Es fundamental que el neuroanestesiólogo esté familiarizado con los tipos de intervenciones híbridas, la ergonomía del quirófano y las consideraciones anestésicas específicas. Presentamos un caso de manejo anestésico exitoso en un paciente intervenido en una SQH, con el objetivo de contribuir a cerrar dicha brecha.

## Reporte de caso

Paciente masculino de 64 años con diagnóstico de aneurisma sacular paraclinoideo izquierdo (clasificación de Barami III) programado para craneotomía y clipaje de aneurisma asistido por mapeo endovascular en el quirófano híbrido.

Los antecedentes patológicos incluían en: diabetes tipo 2, sin daño a órgano blanco, tratada con insulina glargina y metformina; macroadenoma hipofisario resecado hace ocho años y melanoma corioideo tratado con enucleación ocular derecha. En una imagen de seguimiento se identificó incidentalmente el aneurisma. Una angiografía diagnóstica previa confirmó un aneurisma sacular paraclinoideo izquierdo en el segmento oftálmico de la arteria carótida interna izquierda, con las siguientes medidas: domo-cuello 4.5 mm, cuello 3.61 mm y ecuador 4.05 mm. Adyacente al aneurisma se observó una lesión quística residual de hipófisis de 1.1 x 1.7 x 1.5 cm.

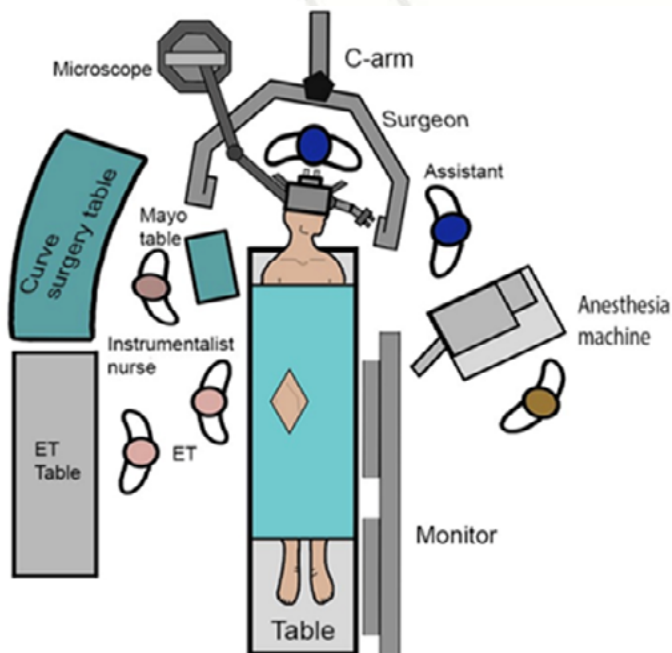
La exploración física reveló signos vitales normales, peso 118 kg, estatura 174 cm, IMC 39 kg/m<sup>2</sup>, sin datos de vía aérea difícil y ser portador de prótesis ocular derecha. Los estudios paraclínicos del paciente pueden visualizarse en la (Tabla 1). El electrocardiograma se encontraba en ritmo sinusal a 77 lpm, eje QRS a 30° y sin cambios isquémicos. Una evaluación por el equipo de neuroendocrinología reveló ausencia de alteraciones hormonales. Se firmó el consentimiento informado para la intervención anestésica y el procedimiento quirúrgico.

La SQH contó con un sistema de fluoroscopia *angiográfica Artis Zeego* (Siemens, Alemania) (Figura 1). Se colocó paciente en posición supina y los signos vitales iniciales estuvieron normales. Se preoxigenó con una FiO<sub>2</sub> del 100 % y se realizó la inducción anestésica mediante infusión controlada por objetivo (TCI) de fentanilo (2.5 ng/ml) modelo farmacocinética *Shafer*, propofol TCI (2.8 µg/mL) con modelo *Cortínez-Sepúlveda*, lidocaína 100 mg y rocuronio 70 mg. La intubación fue exitosa mediante videolaringoscopia C-MAC con hoja 4, logrando un porcentaje de apertura glótica (POGO) del 100 %, con tubo de 8.5 mm. Su colocación adecuada fue confirmada por capnografía y auscultación simétrica bilateral. Se inició ventilación mecánica en modo controlado por volumen (volumen corriente: 500 mL), con una FiO<sub>2</sub> del 50 %, flujo de 1 L/min, FR 12, relación I: E 1:2, PEEP 7 cm H<sub>2</sub>O. Se colocó catéter central trilumen en vena yugular interna derecha guiado por ultrasonido y línea arterial radial izquierda, ambas sin complicaciones. También se instaló un catéter venoso periférico de 14 G y sonda urinaria previo al inicio del procedimiento.

El paciente se posicionó con la cabeza rotada 30° hacia

la derecha. La primera fase del procedimiento consistió en angiografía diagnóstica a través de un acceso de arteria femoral derecha, se realizó exitosamente sin complicaciones. La intervención quirúrgica convencional se realizó en los siguientes pasos: 1) incisión Pterional en piel, 2) craneotomía frontotemporal, 3) fresado del ala esfenoidal, 4) clinoidectomía, 5) durotomía y 6) abordaje subfrontal con identificación del nervio óptico ipsilateral, arteria carótida paraclinoidea y arteria oftálmica. El equipo endovascular realizó un mapeo angiográfico, que reveló que el aneurisma se localizaba dentro del seno cavernoso. (Figura 2). Se decidió cancelar el clipaje por presentar un cuello aneurismático multilobulado y proximidad con estructuras críticas (infundíbulo hipofisario, quiasma óptico, pares craneales III, IV, VI y ramas del V). El mantenimiento anestésico fue estable con perfusión intravenosa continua de lidocaína, fentanilo y propofol guiada por monitorización de la profundidad anestésica con entropía, no se usaron vasopresores. Finalizado el procedimiento, se realizó emersión y extubación exitosa del paciente, con signos vitales estables. El paciente fue trasladado a terapia intensiva para vigilancia posoperatoria. Tiempo total de anestesia: 5 horas 25 minutos; tiempo quirúrgico: 3 horas 55 minutos.

Figura 1: Distribución del equipo multidisciplinario quirúrgico.



Acta Neurochirurgical 2023; 165:2352

Figura 2: Aneurisma en reconstrucción 3D intraoperatoria

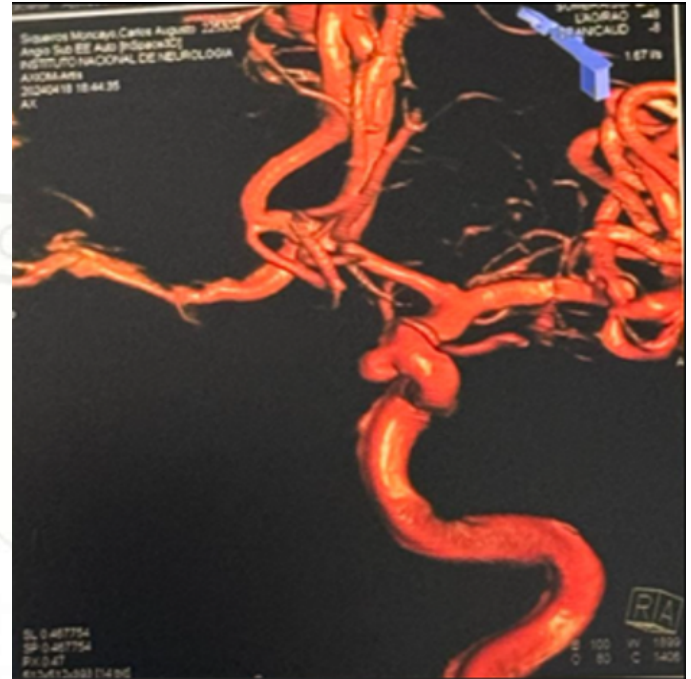


Figura 3: intervención neuroquirúrgica y endovascular simultánea.



Tabla 2. Ventas y desventajas de la neurocirugía híbrida

Ventajas	Desventajas
Evaluación inmediata de resultados	Posicionamiento limitado del paciente
Capacidad para realizar tratamiento combinado endovascular y abierto	Exposición a la radiación





Disminución de tasas de reintervención	Tiempo quirúrgico prolongado
Mayor precisión del procedimiento	Problemas de esterilidad
Reducción de necesidad de traslado de paciente	Necesidad de preparación y formación adecuadas
Mejoría de seguridad del paciente	Altos costos
Reducción de necesidad de imágenes postoperatorias	Requerimiento de espacio quirúrgico más grande
Mejores resultados quirúrgicos	
Detección rápida de complicaciones	

**Tabla 1: Exámenes de laboratorio**

Prueba	Resultado	Prueba	Resultado
Hemoglobina	15.84 g/dl	Glucosa	176 mg/dl
Hematocrito	46.98 %	BUN	20 mg/dl
Plaquetas	180 10 <sup>3</sup> /μL	Urea	42.9 mg/dl
TP	14 seg	Creatinina	1.04 mg/dl
INR	0.92	TSH	2.06 μUI/mL
TTPa	27.8 seg	T4L	16.2 pmol/L
Fibrinógeno	362 mg/dl	Cortisol	22.9 μg/dL
Na	141 mmol/L	Prolactina	5.1 ng/ml
K	4.0 mmol/L		
Cl	107 mmol/L		
Ca	9.0 mg/dL	Testosterona	12.1 nmol/L
Mg	2.0 mg/dL		

## Discusión

El uso de SQH se está expandiendo globalmente, utilizándose en múltiples especialidades médicas. Estos espacios están equipados con sistemas avanzados de imagenología de alta resolución, como tomografía computarizada, resonancia magnética y arcos en C. La mesa quirúrgica debe ser radiolúcida y, en neurocirugía, debe contar con un sistema de fijación craneal. Para intervenciones neuroquirúrgicas también debe de haber microscopio quirúrgico, equipo de neuronavegación,

angiografía intraoperatoria y ultrasonido cerebral. La evidencia para intervenciones híbridas va en aumento y las intervenciones neuroquirúrgicas no son la excepción. Algunas de las patologías tratadas incluyen aneurismas cerebrovasculares, malformaciones arteriovenosas cerebrales, estenosis carotídea, fístulas durales, tumores cerebrales y cirugías espinales. Los equipos más utilizados para estas intervenciones incluyen angiografía intraoperatoria con sustracción digital, permitiendo confirmar en tiempo real los resultados quirúrgicos sin trasladar al paciente. Las ventajas y desventajas se listan en la (Tabla 2) (3). Uno de los desafíos del quirófano híbrido, en comparación con uno convencional, radica en el manejo de pacientes complejos en un entorno con configuración física y logística distinta, que puede limitar el acceso inmediato a recursos habituales del quirófano tradicional.

Se han descrito múltiples retos para brindar una anestesia segura en entornos fuera del quirófano tradicional, tales como: diferencias en el entorno físico y la ergonomía, posicionamiento del paciente, procesos de trabajo y la colaboración con equipos de salud menos familiares en ubicaciones alejadas de los recursos de un quirófano convencional.

Un estudio de casos pareados realizado *por Schroeck et al.* reveló que trabajar en un quirófano híbrido, en comparación con un quirófano convencional, se asoció con una menor percepción de seguridad (7.3 [2.0] vs 8.8 [0.9];  $P < 0.001$ ), puntajes más altos en las subescalas de carga laboral de esfuerzo y frustración (41.6 [24.1] vs 31.3 [21.6];  $P = 0.006$  y 32.4 [22.9] vs 20.7 [17.2];  $P = 0.002$ , respectivamente), y mayor ansiedad (33.6 [10.1] vs 28.4 [9.2];  $P = 0.003$ ) al final del caso. El estrés fue mayor en el quirófano híbrido después de la inducción anestésica (26.5 [15.5] vs 20.9 [13.4];  $P = 0.006$ ) (4).

El manejo anestésico perioperatorio difiere en algunos aspectos del de una intervención neuroquirúrgica convencional o de un procedimiento endovascular. La fase preoperatoria consiste en una discusión y planificación multidisciplinaria, mientras que el paciente debe contar con una historia clínica completa, exploración física, estudios de laboratorio preoperatorios estandarizados e imagenología necesaria para la intervención.

La fase intraoperatoria comienza con el conocimiento detallado del flujo de trabajo del procedimiento para anticipar contingencias. La vía aérea debe asegurarse de forma eficiente y con el menor reflejo simpático posible (especialmente en enfermedades cerebrovasculares). Las



recomendaciones de mejores prácticas incluyen el uso de videolaringoscopia, dosis suplementarias de opioides y/o el uso de betabloqueadores de acción inmediata durante la intubación (*esmolol 0.5–1 mg/kg en bolo o labetalol 2.5–20 mg*) (5). Todo procedimiento neuroquirúrgico en la SQH debe contar con monitoreo invasivo de presión arterial mediante línea arterial permeable para el manejo estricto de la presión de perfusión cerebral. En nuestro centro, el mantenimiento anestésico en procedimientos intracraneales se realiza usualmente con anestesia intravenosa total. Dado que estos procedimientos suelen ser más prolongados que los realizados en quirófanos convencionales y que existe riesgo de pérdida sanguínea con desplazamientos importantes de líquidos intercompartamentales, se recomienda la colocación de un catéter venoso central (especialmente para vasopresores) y un acceso venoso periférico de gran calibre (para transfusión de hemoderivados) en todos los pacientes. Las consideraciones específicas para procedimientos intracraneales incluyen medidas generales de neuroprotección, posicionamiento quirúrgico con adecuada colocación cefálica, necesidad de transfusión sanguínea y prevención de embolismo aéreo venoso. En el procedimiento endovascular se debe considerar el uso de heparina intravenosa y fármacos antiplaquetarios, así como la vigilancia y tratamiento de emergencias endovasculares (trombosis o hemorragia intraprocedimiento). El manejo postoperatorio inmediato incluye una emersión y extubación suaves, con control hemodinámico de acuerdo con el procedimiento y a las recomendaciones de los equipos quirúrgico y endovascular.

## Conclusión

En conclusión, las SQH constituyen una plataforma versátil para neurointervenciones complejas; sin embargo, solo un enfoque anestésico multidisciplinario y adaptable garantiza la seguridad neurológica del paciente, incluso cuando se requieran modificaciones intraoperatorias de la estrategia quirúrgica inicial.

## Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento de agencias públicas, comerciales ni sin fines de lucro.

## Referencias

1. Jin H, Junwei L. Application of the Hybrid Operating Room in Surgery: A Systematic Review. *J Invest Surg.* 2022; 35(2):

378-389. DOI: 10.1080/08941939.2020.1838004

2. Ren Z, Wang S, Xu K, Mokin M, Zhao Y, Cao Y, et al. The working road map in a neurosurgical hybrid angio-surgical suite—development and practice of a neurosurgical hybrid angio-surgical suite. *Chin Neurosurg J.* 2018;4:7. <https://doi.org/10.1186/s41016-017-0108-1>
3. Gharios M, Gabriel-El Hajj V, Frisk H, Ohlsson M, Edström E, Elmi-Terander A. The use of hybrid operating rooms in neurosurgery, advantages, disadvantages, and future perspectives: a systematic review. *Acta Neurochir (Wien).* 2023;165:2343-2358.
4. Schroeck H, Whitty MA, Martinez-Cambor P, Voicu S, Burian BK, Taenzer AH. Anaesthesia clinician's perception of safety, workload, anxiety, and stress in a remote hybrid suite compared with the operating room. *Br J Anaesth.* 2023;131(3):598-606. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.04.028>
5. Gómez-Amador JL, Valencia-Ramos CG. Roadmapping technique in the operating room for the microsurgical treatment of complex intracranial aneurysms. *Cerebrovasc Endovasc Neurosurg.* 2023;25(1):25. <https://doi.org/10.7461/jcen.2023.e2022.08.004>



## El Desafío Anestésico de la Xantocromía en una Paciente Obstétrica. ¿Qué se Esconde Detrás de la Incertidumbre?

### The Anesthetic Challenge of Xanthochromia in an Obstetric Patient: What Lies Behind the Uncertainty?

Estrada-Naranjo KI<sup>a</sup>, Pereira-Rendón E<sup>a\*</sup>, Nájera-Jotar C<sup>a</sup>, Hernández-Gómez GM<sup>a</sup>, Torres-Salas AE<sup>a</sup>, Valdez-Monroy L<sup>b</sup>, Muñoz-Pérez VM<sup>c</sup>. <sup>a</sup>Departamento del servicio de anestesiología, Hospital General Pachuca, Hidalgo, México. <sup>b</sup>Profesor titular de Anestesiología de Hospital General Pachuca. <sup>c</sup>Departamento de Biología de la Reproducción del Área Académica de Medicina del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

**Anestesia en México 2026; 38(1): 77-81** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-011>

*Fecha de recepción octubre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*  
pereira.anrimse@gmail.com

#### Resumen

Se presenta el caso de una paciente obstétrica de 23 años en el Hospital General Pachuca, con el diagnóstico de primigesta con embarazo gemelar de 36.6 semanas de gestación, preeclampsia severa, lesión renal y con restricción del crecimiento fetal de inicio tardío. Se realizó resolución del embarazo por cesárea empleando un manejo anestésico diferente al plan inicial. Durante su intervención anestésica se realizó abordaje epidural sin éxito, posteriormente se optó por bloqueo subaracnoideo, al realizar procedimiento se obtuvo líquido cefalorraquídeo, el cual resultó de características xantocrómicas, modificando la técnica, abordando con anestesia general balanceada. Mediante la correlación clínico-patológica se llegó al diagnóstico final de la xantocromía cuya etiología fue reportada como

inespecífica. A continuación, se presenta el caso, junto con una breve revisión sobre el tema de la xantocromía.

**Palabras clave.** Líquido cefalorraquídeo xantocrómico, anestesia obstétrica.

#### Abstract

We present the case of a 23-year-old obstetric patient at General Hospital Pachuca, diagnosed with a primigravida carrying a twin pregnancy at 36.6 weeks' gestation, complicated by severe preeclampsia, renal injury, and late-onset fetal growth restriction. Delivery was accomplished via cesarean section using an anesthetic approach that differed from the initial plan. During the anesthetic procedure, an attempted epidural placement was unsuccessful; subsequently, a subarachnoid block was performed. Cerebrospinal fluid (CSF) was obtained,





which exhibited xanthochromic characteristics, prompting a change in technique to balanced general anesthesia. A clinicopathological correlation led to the final diagnosis of xanthochromia, with an etiology reported as nonspecific. The case is presented below, accompanied by a brief review of xanthochromia.

**Keywords:** Xanthochromic cerebrospinal fluid, obstetric anesthesia.

## Introducción

El término “*xantocromía*” (XC) acuñado por el médico y científico alemán *Johann Friedrich Blumenbach* (1752-1840), se refiere al color amarillo del Líquido cefalorraquídeo (1). XC proviene del griego “*xanthos*”, que significa “*amarillo*”, y “*chroma*”, que significa “*color*”, este cambio de color se atribuye a las diferentes concentraciones de compuestos pigmentados como la oxihemoglobina, la bilirrubina y la metahemoglobina, que son típicamente los subproductos de la degradación de los glóbulos rojos (2, 3). La incidencia de XC en México se reporta de nueve casos por cada 100,000 habitantes al año, esta entidad es pocas veces reportado (4). El reporte de este caso, contribuye al manejo anestésico otorgado en una paciente obstétrica la cual durante su intervención anestésica se realizó abordaje subaracnoideo mostrando líquido cefalorraquídeo xantocrómico, por lo que se modifica la técnica a una anestesia general balanceada, así como su manejo, seguimiento y análisis.

## Caso clínico

Presentamos el caso clínico de una paciente femenina de 23 años, con diagnóstico de primigesta con embarazo gemelar de 36.6 semanas de gestación (SDG), preeclampsia severa, lesión renal aguda, fetos con restricción del crecimiento fetal de inicio tardío. Resolución del embarazo por vía cesárea. Evolución de 36 horas con edema en extremidades inferiores y a nivel de región vulvar, valorada en primer nivel de atención por datos de vasoespasmo (cefalea, acúfenos) referida a segundo nivel por elevación de cifras tensionales. Valoración anestésica: Residencia actual: Estado de Hidalgo, México. Sin antecedentes heredofamiliares de preeclampsia, inmunizaciones: esquema de embarazo completo, incluida BCG al nacimiento, toxicomanías negadas. Patologías previas: negadas. Antecedentes ginecobstétricos: menarca a los 12 años, gesta 1, aborto

0, parto 0, cesárea 0, inicio de vida sexual activa a los 17 años, fecha de última menstruación 28.05.2023, durante el embarazo con control prenatal; diez consultas desde el primer trimestre. Somatometría: peso 85 Kg, talla 154 cm, peso ideal 51 kg, peso antes del embarazo 57 Kg.

Exploración física: neurológico *glasgow* 15 puntos, orientada en sus tres esferas, pupilas isocóricas, normorreflécticas, pares craneales íntegros, fuerza muscular 5/5 en escala de Daniels en las cuatro extremidades, sensibilidad conservada, hiperreflexia, cefalea y acúfenos, apertura oral I, Mallampati III, test de la mordida: I, cuello: distancia tiromentoniana: I, distancia esternomentoniana: I, columna clasificación de Chien: grado 4, sin adenomegalias, sin datos de infección, sin lesiones cutáneas, edema sobre todo a nivel toracolumbar ++++/++++, precordio rítmico sin agregados, hemodinámicamente con cifras tensionales elevadas, ventilatorio: sin estertores o sibilancias, genitourinario con edema a nivel vulvar, uresis presente.

Laboratorios: anemia grado I según la OMS (5), la leucocitosis a expensas de neutrofilia, trombocitopenia, lesión renal aguda, hipoalbuminemia, macro proteinuria. (Tabla 1). Valoración de ASA IV, riesgo Anestésico quirúrgico (RAQ) U4B, índice predictivo de intubación difícil (IPID): 8 puntos; discreta dificultad.

A su ingreso a sala de quirófano con los siguientes signos vitales: tensión arterial 149/92 mm Hg, frecuencia cardíaca 66 latidos por minuto, frecuencia respiratoria 18 respiraciones por minuto, saturación de oxígeno 97 % (FiO2 21 %), temperatura 36 ° C, frecuencia cardíaca del gemelo 1: 140 latidos por minuto, frecuencia cardíaca del gemelo 2: 144 latidos por minuto.

Seleccionando inicialmente por cifras tensionales, técnica de bloqueo peridural sin éxito; debido a edema en región dorsolumbar, se cambia técnica a bloqueo subaracnoideo en espacio intervertebral L2-L3, con aguja Whitacre no. 25 G obteniendo líquido cefalorraquídeo (LCR) macroscópicamente xantocrómico (Figura 1), se recoge una muestra para su posterior análisis y se decide suspender la anestesia regional, realizando finalmente anestesia general balanceada con secuencia de intubación rápida y coordinación con el equipo de ginecología para la extracción rápida del recién nacido inducción con fentanilo 300 µg intravenosos i.v. cisatracurio 8 mg i.v. propofol 120 mg i.v. se realizó video laringoscopia con hoja MAC 3, POGO 100 %, se intuba con tubo Murphy diámetro interno 7 mm, con los siguientes parámetros ventilatorios:



volumen tidal: 357 mL, frecuencia respiratoria: 14 rpm, I:E:1:2, PEEP: 5 cm H<sub>2</sub>O, presión límite: 25 cm H<sub>2</sub>O, Fio:55 %, con signos transanestésico: tensión sistólica máxima y mínima: 149-100 mm Hg, tensión arterial diastólica máxima y mínima: 92-62 mm Hg, frecuencia cardíaca: 79-60 rpm, frecuencia respiratoria :13-14 rpm, saturación de O<sub>2</sub>: 97-99 %, temperatura: 36° centígrados - 36.5° centígrados. Frecuencia cardíaca del feto 1 de 140 latidos por minuto, frecuencia cardíaca del feto 2 de 144 latidos por minuto.

Mantenimiento con Sevoflurane al 2 %, uterotónico: carbetocina 100 µg i.v, medicamentos complementarios: paracetamol 1 gr i.v, metamizol 1.5 gramo i.v., ondansetrón 4 mg i.v. Tiempo quirúrgico: 30 minutos, tiempo anestésico 65 minutos, egresa extubada, glasgow 15 puntos, Aldrete de 10, Ramsay 2, ENA 0/10, egresa

binomio de sala a unidad de cuidados intensivos por protocolo de preeclampsia, sin complicaciones.

Figura 1: Líquido cefalorraquídeo xantocrómico

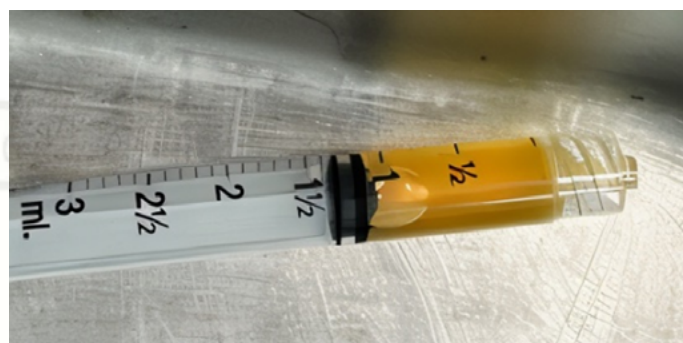


Tabla 1: Datos de laboratorios

Biometría hemática	hemoglobina: 10.7 gr/dl.	Electrolitos séricos:	sodio :132 mmol/l
	hematocrito: 34.6%.		potasio: 3.9 mmol/l
Química sanguínea	leucocitos:16000 µl.	Pruebas de funcionamiento hepático	cloro 104 mmol/l
	plaquetas:100,000 µl.		calcio: 7 mg/ dl
	glucosa: 87 mg/ dl.		fósforo: 5 mg/ dl
	urea: 68.4 mg/dl.		magnesio 2.1 mg / dl
Tiempos de coagulación	bun: 32 mg/dl.	Examen general de orina	bilirrubina total: 0.24 mg/ dl.
	creatinina: 1.8 mg/dl		ast: 39 u/l. alt: 13 u/l.
	colesterol total:263 mg/ dl.triglicéridos:457mg/dl.		deshidrogenasa láctica: 634 u/ l.
	tp:11.8 segundos.		albúmina: 1.8 gr /dl.
	ttp: 32 segundos.		proteínas: 300 mg /dl.
	inr: 0.76		proteínas en orina de 24 horas :96 mg/dl. nitritos: negativo.

El servicio de Anestesiología como principal objetivo dio seguimiento del resultado del procedimiento anestésico otorgado, sin presentar eventos adversos en el binomio. Reportando citoquímico y citológico de líquido cefalorraquídeo (LCR) con predominio de mononucleares, hiperproteínorraquia, hipoglucorraquia (Tabla 2), con características por líquido cefalorraquídeo de meningitis

tuberculosa asintomática (1B11.) (6-9), la cual se descarta por no encontrar clínica y foco de tuberculosis. Se descarta lesión estructural, exámenes de gabinete tomografía (TAC) simple y contrastada resonancia magnética (RM) sin evidencia de hemorragia subaracnoidea (HSA), angioresonancia magnética (ARM) sin evidencia de aneurisma.



Entre las posibles etiologías de la XC se incluyen: proteínas (>100 mg/mL); punción traumática con lisis de eritrocitos; hematoma postquirúrgico en el neuroeje; hiperbilirrubinemia; contaminación de desinfectante de la piel; hemorragia intracerebral o subaracnoidea; carotenemia o metahemoglobinemia y oxihemoglobinemia o presencia de tumores en las últimas vértebras lumbares (10).

**Tabla 2: Citoquímico y Citológico de líquido cefalorraquídeo**

**Citoquímico:**

Color xantocrómico.

Reacción de Pandy: +++.

Proteínas totales :8460 mg /l.

Red de fibrina negativo.

Glucosa: 32 mg /dl.

Albumina: 3980 mg / l.

Tinción de gram: negativo.

Tinción de tinta china: negativo.

BAAR: negativo.

**Citológico:** células ependimarias sin alteración histológica.

Celularidad: 15 leucocitos.

Diferencial: polimorfonucleares :0%.

mononucleares :100 %.

Entre las posibles etiologías de la XC se incluyen la hemorragia subaracnoidea meningitis tuberculosa, hiperbilirrubinemia. Finalmente se concluye que el diagnóstico es de etiología inespecífica.

## Discusión

La decisión de realizar el procedimiento anestésico para XC va a depender del tipo de cirugía, si es urgencia o programada; en este caso al tratarse de una emergencia obstétrica no se puede diferir, a diferencia del estudio de *Gokahmetoglu y colaboradores* quienes informaron XC al momento de realizar punción espinal en cirugía electiva; por lo que deciden suspender procedimiento para realizar

más estudios de bioquímica y microbiología, además de buscar lesiones espinales. Posteriormente reportaron como la causa de XC el síndrome de Froin (11).

Minz y colaboradores en su reporte, procede con anestesia espinal ante un caso de XC con un adecuado bloqueo subaracnoideo y sin complicaciones posoperatorias (12). Ante la presencia de XC coincide con *Sumedha y colaboradores*, y *Navarro*, en la decisión de administrar anestesia general en lugar de anestesia espinal, por considerarse más segura para el abordaje en pacientes con líquido cefalorraquídeo xantocrómico (4, 13).

En estos casos la ausencia de literatura sobre la farmacocinética y farmacodinamia del anestésico, administrado en un LCR xantocrómico lleva al desconocimiento de los efectos en el bloqueo sensitivo y motor, coincidiendo con la opinión de Adabala et al. quien citó la anestesia sensitiva y motora es impredecible (10).

## Conclusiones:

No se puede generalizar alguna recomendación para un abordaje vía espinal ante la presencia de XC. La anestesia general balanceada no presentó eventos adversos trans ni posanestésicos que reportar. El diagnóstico de XC fue reportado como inespecífico o multifactorial.

## Bibliografía

1. Lo BM, Quinn SM. Gross xanthochromia on lumbar puncture may not represent an acute subarachnoid hemorrhage. *Am J Emerg Med*. 2009;27(5):621-3. DOI: 10.1016/j.ajem.2008.05.024
2. Dugas C, Jamal Z, Bollu PC. Xanthochromia. StatPearls. treasure island (FL) ineligible companies. Disclosure: zohaib jamal declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Pradeep Bollu declares no relevant financial relationships with ineligible companies.2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526048/>
3. Graves P, Sidman R. Xanthochromia is not pathognomonic for subarachnoid hemorrhage. *Acad Emerg Med*. 2004;11(2):131-5.
4. Suay R, Aroca MA, Soberón E, Pascual E. Xanthochromic cerebrospinal fluid, how can it be possible? *Sanidad Militar*. 2017;73:224-5.
5. Turner J, Parsi M, Badireddy M. Anemia. StatPearls. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: meghana Parsi declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Madhu Badireddy declares no relevant financial relationships with ineligible





- companies.2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499994/>
6. Donovan J, Thwaites GE, Huynh J. Tuberculous meningitis: where to from here? Current opinion in infectious diseases. 2020;33(3):259-66. DOI: 10.1097/QCO.0000000000000648. .
  7. Harrison JE, Weber S, Jakob R, Chute CG. ICD-11: an international classification of diseases for the twenty-first century. BMC medical informatics and decision making. 2021;21(Suppl 6):206. doi: 10.1186/s12911-021-01534-6.
  8. Vivancos J, Gilo F, Frutos R, Maestre J, Garcia-Pastor A, Quintana F, et al. Clinical management guidelines for subarachnoid haemorrhage. Diagnosis and treatment. Neurologia. 2014;29(6):353-70. doi: 10.1016/j.nrl.2012.07.009.
  9. Wilkinson RJ, Rohlwick U, Misra UK, van Crevel R, Mai NTH, Dooley KE, et al. Tuberculous meningitis. Nature Reviews Neurology. 2017;13(10):581-98. doi: 10.1038/nrneurol.2017.120. Epub 2017 Sep 8.
  10. Babu AV, Govil N, Agarwal R, Masaipeta K. Nonne-Froin Sign— Dilemma for Subarachnoid Block. Archives of Anesthesia and Critical Care. 2019;5. DOI: <https://doi.org/10.18502/aacc.v5i2.755>
  11. Gokahmetoglu G. Incidental finding of froin syndrome during spinal anesthesia in a 72-year-old patient. Journal of Pain & Relief. 2014;03. DOI: 10.4172/2167-0846.1000158
  12. Minz EE, Chilkoti GT, Mundaal N, De A, Nandnan J. Yellow-tinged cerebrospinal fluid: Is It safe to proceed with subarachnoid block? 2022;1(2):92-3. DOI: 10.4103/jica.jica\_35\_22
  13. Mehta S, Adate K, Valake K. An incidental finding of xanthochromia during spinal anaesthesia in a patient posted for lower limb surgery. Ain-Shams Journal of Anesthesiology. 2023;15. DOI<https://doi.org/10.1186/s42077-023-00398-4>



## Manejo del Dolor en Paciente Pediátrico con Neurofibromatosis tipo I. Reporte de Caso

### Pain Management in a Pediatric Patient With Neurofibromatosis type I. Case Report

Vallejos-Mita Gloria Martha<sup>1</sup>, Duarte-Castro Angelica<sup>2</sup>, Velasco-Pérez Georgina<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Medico residente Algología Pediátrica Instituto Nacional de Pediatría. CDMX. <sup>2</sup>Algologa Peditra adscrita al Instituto Nacional de Pediatría. CDMX.

**Anestesia en México 2025;38(1): 82-88.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-012>

*Fecha de recepción noviembre 2025, fecha de revisión diciembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*

*dra.gloria.vallejos@gmail.com*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-5556-9874>*

#### Resumen

Se presenta el caso clínico de una paciente femenina de seis años con diagnóstico de neurofibromatosis tipo 1 (NF1), que presenta neurofibroma plexiforme paravertebral izquierdo grande que genera escoliosis dorsal de convexidad izquierda, involucra forámenes intervertebrales desde C7-T12, con componente intrarraquídeo T7-T10, compromiso de la aorta y ramas abdominales, con efecto de masa sobre hígado, estómago y riñón izquierdo, en abordaje multidisciplinario, inicia tratamiento con *Corset de Milwaukee*, presenta dolor severo de difícil control principalmente en región costal izquierdo requiriendo manejo por clínica del dolor.

Dadas las características de los tumores asociados a esta enfermedad a pesar que el tratamiento es quirúrgico, existen lesiones donde la cirugía no es posible por las características anatómicas de estas tumoraciones, donde los pacientes están predispuestos a la presencia de dolor tras el crecimiento de estas lesiones y su efectos de masa

con lesión a estructuras nerviosas y donde el dolor puede ser complicado de tratar con uso de múltiples analgésico que llega a requerir el uso de opioides con riesgo de dependencia y es donde toma importancia el manejo intervencionista del dolor como una alternativa para estos pacientes, a pesar de que actualmente no existe un tratamiento aprobado para el manejo del dolor de neurofibromatosis tipo 1 por lo que los pacientes con tumores múltiples o infiltrantes intratables sin indicaciones quirúrgicas claras deben tratar de obtener beneficios de otras formas de terapia, incluso las que no han sido aprobadas.

**Palabras clave:** Neurofibromatosis, dolor en pediatría, bloqueo del dolor.

#### Abstract

The clinical case of a 6-year-old female patient with a diagnosis of neurofibromatosis type 1 is presented, who presents a large left paravertebral plexiform neurofibroma



that generates dorsal scoliosis of left convexity, involves intervertebral foramina from C7-T12, with an intraspinal component T7-T10, involvement of the aorta and abdominal branches, with mass effect on the liver, stomach and left kidney, in a multidisciplinary approach, began treatment with a Milwaukee corset, presented severe pain that was difficult to control mainly in the left costal region, requiring management by pain clinic.

Given the characteristics of the tumors associated with this disease, even though the treatment is surgical, there are lesions where surgery is not possible due to the anatomical characteristics of these tumors, where patients are predisposed to the presence of pain after the growth of these lesions. and its mass effects with injury to nervous structures and where pain can be complicated to treat with the use of multiple analgesics that may require the use of opioids with risk of dependence and is where interventional pain management becomes important as an alternative to these patients, although there is currently no approved treatment for the management of neurofibromatosis type 1 pain, so patients with multiple or intractable infiltrating tumors without clear surgical indications should try to obtain benefits from other forms of therapy, including that have not been approved.

**Keywords:** Neurofibromatosis, pain in pediatrics, pain block.

## Introducción.

La NF1 es una enfermedad común del sistema nervioso de carácter autosómico dominante, aparece de novo en 50 % de los casos, prevalencia aproximada 1/2000 a 1/6000, con una clínica variada; características cutáneas, vasculares, óseas, cognitivas y múltiples neoplasias (1). La actualización de tratamientos eficaces se obstaculiza por su heterogeneidad. Se afirma que secundario a estas tumoraciones existe la presencia de dolor y podría estar presente en más de la mitad de estos pacientes, inicia tempranamente y tiende a hacerse crónico con uso de múltiples analgésicos con riesgo de dependencia, existen reportes de pacientes que afirman que con el uso de opioides el dolor no mejora y que por el contrario empeoraría, es así que en estos pacientes cuando los tumores son inoperables y solamente estas los efectos de masa comprometiendo fibras nerviosas toma importancia el tratamiento intervencionista del dolor (2,3).

## Caso clínico.

Femenina de seis años, 15 kg, con diagnóstico NF1 desde

sus dos años presenta dos nódulos de *Lisch*, más de seis manchas café con leche > 5 mm y signo de Crowe axilar e inguinal (Tabla 1), a sus cuatro años le toman estudios de extensión donde en la resonancia magnética (RM) se evidencia en relación con clínica extenso neurofibroma plexiforme paravertebral izquierdo además de escoliosis dorsal de convexidad izquierda con vértice en T5-T6 y curva compensatoria superior. Se reporta extensa masa multilobulada paravertebral izquierda que involucra forámenes intervertebrales desde C7 hasta T12, con componente intrarraquídeo de T7 a T10, con extensión a la pared torácica posterior izquierda, presencia de masa retroperitoneal izquierda con mismas características de señal que rodea a la aorta y ramas abdominales, produce efecto de masa sobre el hígado, estómago y riñón izquierdo con cuerpos vertebrales respetados (Imagen 1), inicia manejo a base de *Corset de Milwaukee* (imagen 2), tras estudios y ser valorada por los servicios de neurocirugía, ortopedia, oncología clínica y quirúrgica se llega a la conclusión de lesión inoperable por compromiso de orígenes de arteria del tronco celiaco, mesentérica superior y componente intrarraquídeo donde los riesgos superan los beneficios ofrecidos, a dicha lesión se asocia dolor torácico severo con respuesta parcial a analgésicos comunes como paracetamol y antiinflamatorios no esteroideos como ibuprofeno, por lo que ante complejidad del caso se interconsulta a clínica del dolor, a la valoración paciente con Escala Numérica Análoga (ENA) basal de cuatro puntos e incidentales de hasta diez puntos de predominio en parrilla costal izquierda al movilizarse, se ajusta manejo con paracetamol a 15 mg/kg/dosis cada 8 horas, tramadol 1.5 mg/kg/día en suspensión oral administrándose tres gotas cada 8 horas resto de dosis para rescates, gabapentina 20 mg/kg/día con buena respuesta en dos semanas donde posteriormente presentó descontrol con ENA constante de nueve puntos por lo que se ingresa por urgencias requiriendo administración de morfina intravenosa 20 µg/kg/h, por una semana donde tras análisis de caso se propone tratamiento intervencionista aceptado por los padres, laboratorios adecuados para procedimiento, se programa paciente y se realiza bloqueo regional del erector de la espina (ESP por sus siglas en inglés) más serrato anterior superficial (SAP por sus siglas en inglés) con dosis total ropivacaina 2.4 mg/kg más Metilprednisolona 20 mg bajo guía de ultrasonido (US) (Imagen 3) con buena respuesta, se logra retiro de opioide mayor y se continúa manejo con



rescates de opioide menor y paracetamol. A seis meses de intervención manejo con tramadol solo dosis de rescates. Paciente continua en vigilancia con adecuado control del dolor (Imagen 4).

**Tabla 1: Criterios de diagnóstico revisados de 2021 para la neurofibromatosis tipo 1**

Dos o más de los siguientes en un individuo que no tiene un padre con NF1

Máculas de color café con leche ( $\geq 6$ )

- $>5$  mm de diámetro en pacientes prepúberes
- $>15$  mm de diámetro en pacientes pospuberales

Pecas axilares o inguinales

Neurofibromas ( $\geq 2$  de cualquier tipo) o un PN

Glioma de la vía óptica

Nódulos de Lisch ( $\geq 2$ ) o anomalías coroideas ( $\geq 2$ )

Una lesión ósea distintiva como

- Displasia esfenoidal
- Incurvación anterolateral de la tibia
- Pseudoartrosis de un hueso largo

Una variante patógena heterocigótica del NF1

Se requieren uno o más de estos criterios en un individuo que tiene un padre con NF1

NF1 Neurofibromatosis tipo 1, PN Neurofibroma plexiforme

Adaptado de Armstrong, A. et al. (2023). Treatment decisions and the use of MEK inhibitors for children with neurofibromatosis type 1-related plexiform neurofibromas. BMC cáncer, (2),

Imagen 1: RM masas retroperitoneal izquierda que rodea la aorta, efecto de masa sobre hígado, estómago y riñón izquierdo.

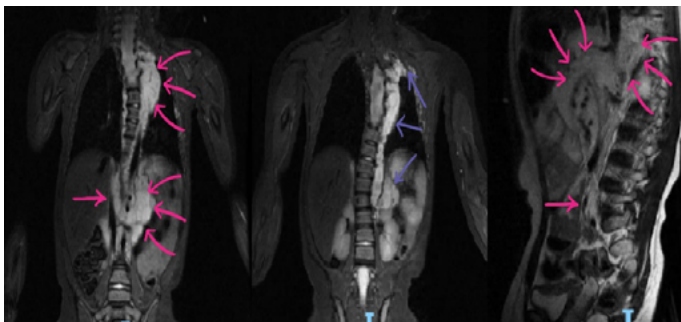


Imagen 2: Rayos X. Lesiones con desvío de columna y posterior aplicación de Corset de Milwaukee.

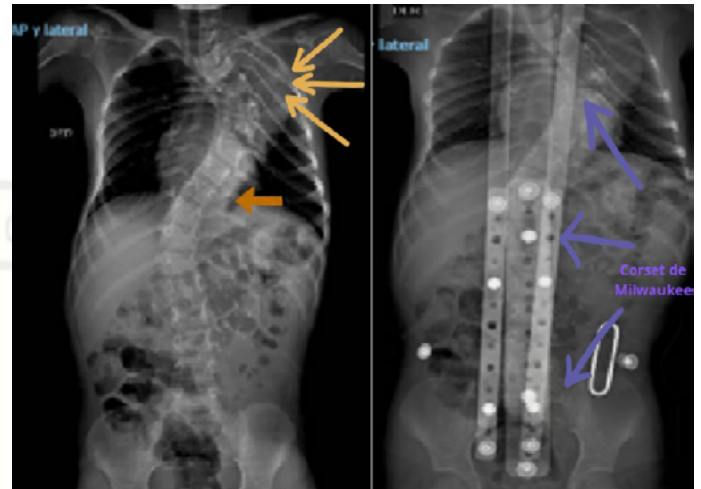
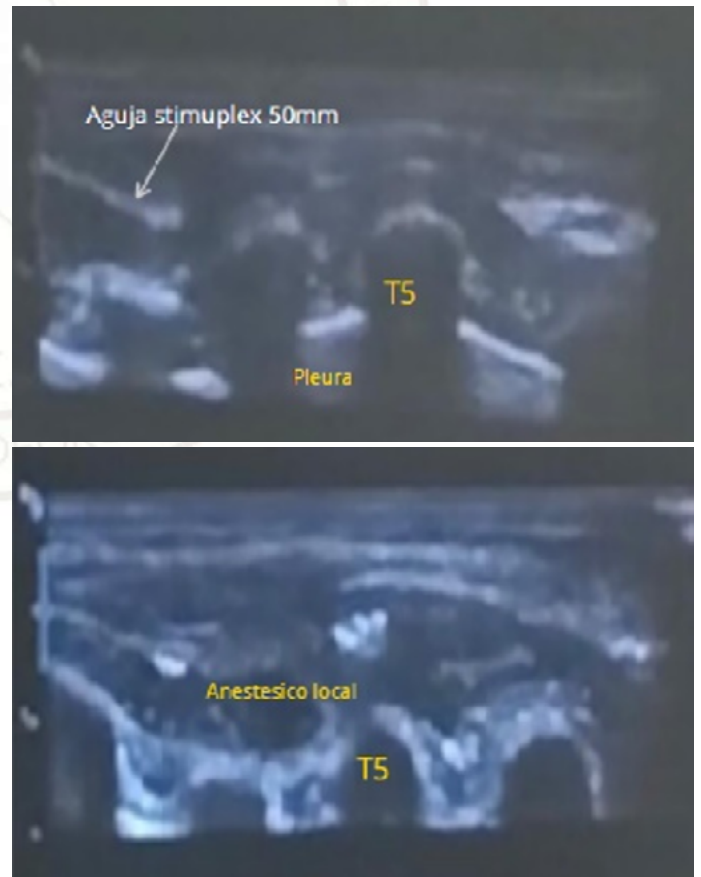


Imagen 3: Secuencia de Bloqueo ESP mas SAP guiada por US, administración de anestésico local más esteroide de depósito.



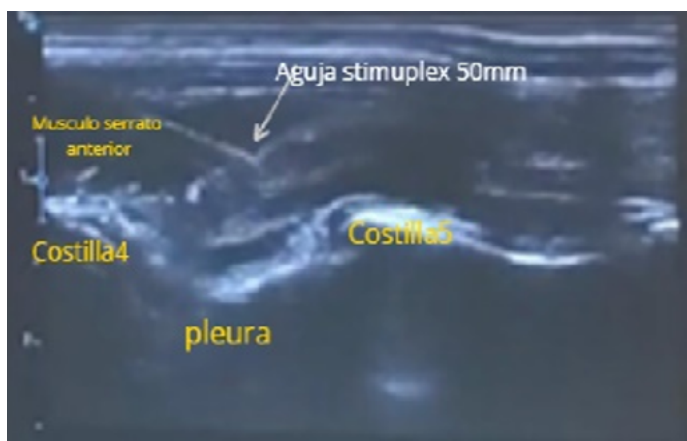


Imagen 4: Paciente posterior a intervención



### Discusión.

Esta enfermedad se identificó en 1882 por *Friedrich von Recklinghausen* quien por primera vez describió esta entidad. La NFM tipo 1 (NF1) es un trastorno genético autosómico dominante. Tiene una prevalencia entre 1/6000 y 1/3000, con una incidencia al nacimiento de 1/3333 y 1/2558 (1).

### Etiopatogenia.

La NF1 resulta de mutaciones del cromosoma 17q11.2 del gen NF1 que codifica proteína neurofibromina que es ampliamente expresado en neuronas, microglia,

células de Schwann, astrocitos y oligodendrocitos y que normalmente funciona como un gen supresor que previene el desarrollo de tumores en las células neuronales (2). Las mutaciones alteran la transducción de señales en la vía del oncogén Ras que reduce la regulación negativa y aumenta la proliferación celular (3) Alrededor del 50 % de los casos son esporádicos y son el resultado de una mutación *de novo* (1,4) Es una enfermedad que interfiere en la calidad de vida y los costos en salud a lo largo del tratamiento llegando incluso a cuidados paliativos (5).

### Diagnóstico

El diagnóstico es clínico reservando el estudio genético para aquellos que no reúnen criterios clínicos, donde las manifestaciones sistémicas incluyen problemas cardíacos, musculoesqueléticos y neuronales, la presencia de manchas de café con leche, *neurofibromas*, *tumores glómicos*, *displasia ósea*, *leucemia mielomonocítica* juvenil, problemas cognitivos y el feocromocitoma son algunos de los problemas que pueden presentar las personas con NF1 es así que se debe reunir algunas características clínicas principales para lograr el diagnóstico (Tabla 1) (1,4).

En nuestro caso la paciente presentaba dos nódulos de *Lisch*, más de seis manchas café con leche > 5 mm y signo de *Crowe* axilar e inguinal.

Sin embargo, en la actualidad, ya que se han descubierto mutaciones en más del 95 % de los casos junto con la gran variabilidad clínica y la correlación genotipo-fenotipo que es escasa se realizan más frecuentemente los estudios de genética (6).

### Manifestaciones clínicas.

Los tumores relacionados con NF1 suelen ser benignos e indolentes, su efecto de masa puede causar deformidad grave, compresión de vísceras adyacentes y estructuras vitales, disfunción neurológica y puede afectar permanentemente la función visual en los gliomas ópticos de bajo grado, además que en relación a estos tumores puede presentarse dolor con lo que se reduce la calidad de vida (1).

Tal como el caso presentado donde se reporta extensa masa multilobulada paravertebral izquierda que involucra forámenes intervertebrales de C7 a T12, con componente intrarraquídeo de T7 a T10, con extensión a la pared torácica posterior izquierda, masa retroperitoneal izquierda que rodea la aorta y sus ramas abdominales, produce efecto de masa sobre el hígado, estómago y riñón izquierdo.



La NF1 puede afectar los sistemas nerviosos central y periférico, aumentando la probabilidad de desarrollar tumores a este nivel tanto benignos como malignos. Existen presentaciones anormales de NF1 que pueden ser el detonante de sospecha y diagnóstico de esta condición (causados por invasión a órganos y sistemas) en pacientes con diagnóstico retrasado (3,4) Los hallazgos más comunes incluyen complicaciones neurológicas donde el 30–60 % de los casos incluyen problemas de aprendizaje y lenguaje junto con trastornos de inatención, hiperactividad y/o impulsividad y otras menos frecuentes como epilepsia, que suele ser causada por lesiones estructurales, cefalea migrañosa, gliomas cerebrales, malformaciones intracraneales, aneurismas y síndrome de Moya-Moya (6,7) En el estudio de Yang y colaboradores los síntomas comunes incluyeron dolor (64,6 %), desfiguración (32,9 %) y disfunción motora (28,0 %), donde los cuidadores informaron una baja calidad de vida general tanto en salud así como una disminución en el funcionamiento físico, emocional, social y escolar (7,8)

Por lo que esta enfermedad se asocia con una alta tasa de morbilidad y mortalidad donde los pacientes son más propensos a enfermedades graves y tienen una expectativa de vida más corta que el promedio además debido al malestar físico, apariencia desfigurante y la carga psicológica (7).

### Dolor en la neurofibromatosis

Aunque la prevalencia del dolor en pacientes con NF1 es desconocida, los cuestionarios de calidad de vida en Australia, Sudamérica, Europa y Norteamérica identifican sistemáticamente que la intensidad como la calidad del dolor tienen un impacto significativo en los pacientes con NF1 (9) Se afirma que el dolor podría estar presente en más de la mitad de estos pacientes, inicia tempranamente y tiende a hacerse crónico con uso de múltiples analgésicos (10).

El dolor con frecuencia no se localiza en una lesión estructural específica, lo que dificulta el tratamiento (4). Como en el caso donde la paciente presenta dolor torácico severo con respuesta parcial manejo analgésico común con ENA basal de cuatro puntos e incidentales de 10 puntos de con predominio en parrilla costal.

La mayoría de los pacientes han experimentado dolor en algún momento de la enfermedad, desafortunadamente el tratamiento para el dolor se limitaba principalmente a la cirugía y/o medicación que en muchas ocasiones llega a el uso de opioides con el riesgo de dependencia donde de

hecho hay pacientes con NF1 que han informado que los opioides causaron más dolor y no fueron beneficiosos, es por esta razón que toma importancia los procedimientos intervencionistas en dolor.<sup>4,9</sup>

### Manejo del dolor.

El dolor crónico y recurrente que incluye el dolor neuropático periférico y cefalea, son un síntoma bastante común en pacientes pediátricos y adultos con NF1 (10). donde se ve afectado el funcionamiento cognitivo y el control del dolor puede ayudar a desarrollar intervenciones futuras que mejoren la salud y el bienestar de estos pacientes <sup>(4,8)</sup>

El tratamiento es difícil y las lesiones se tratan principalmente mediante excresis quirúrgica de los tumores donde el daño a los nervios es bastante común y requiere un entorno multidisciplinario (11). Actualmente no existe un tratamiento aprobado para el manejo del dolor de NF1. La eficacia de la inyección de esteroides perineural guiada por ecografía para el tratamiento de compresiones tumorales benignas de la vaina de nervio periférico en pacientes con NF1 es incierta, sin embargo, ofrece una alternativa al tratamiento farmacológico oral y evitan los riesgos con frecuencia mórbidos de una intervención quirúrgica (12).

Las complicaciones esqueléticas incluyen deformidades de la columna vertebral como cifosis y escoliosis, compresión de la médula espinal y fracturas de la tibia entre otras. El tratamiento de la escoliosis implica una serie de limitaciones ya que requiere instalaciones especializadas. varios dispositivos ortopédicos disponibles como los dispositivos Milwaukee, Boston y Charleston, los cuales no corrigen la curvatura, pero tienen como objetivo tratar de evitar mayor deterioro que es donde tienen resultados documentados y cuya eficacia depende del apego y tiempo de uso del aparato ortopédico (1).

Nuestra paciente presenta extenso neurofibroma plexiforme paravertebral izquierdo con escoliosis dorsal de convexidad izquierda con vértice en T5-T6, masa multilobulada paravertebral izquierda que involucra forámenes intervertebrales desde C7 a T12, con componente intrarraquídeo de T7 a T10 requiriendo uso de *Corset de Milwaukee*.

Por lo tanto, los pacientes con tumores múltiples o infiltrantes intratables sin indicaciones quirúrgicas claras deben tratar de obtener beneficios de otras formas de terapia, incluso las que no han sido aprobadas (13). Dado que nuestra paciente presenta dolor intenso requiriendo





incluso atención de urgencia, con uso de opioide mayor, paracetamol y neuromodulador se plantea bloqueo regional, realizándose bloqueo del erector de la espina más serrato superficial con anestésico local más esteroide de depósito bajo guía de ultrasonido.

Los neurofibromas plexiformes (tumores de la vaina del nervio periférico) ocurren en entre el 25-50 % de los pacientes pediátricos, suelen ser congénitos y se desarrollan con el paso del tiempo crecen más rápidamente en niños menores de cinco años y pueden no ser evidentes hasta la infancia o incluso la edad adulta (2,7)

Un subconjunto de neurofibromas plexiformes se presenta a nivel paraespinal por su localización y crecimiento puede ser particularmente problemático ya que tienen el potencial de causar obstrucciones importantes ocasionando mayores tasas de morbilidad y mortalidad.<sup>10</sup> Suelen ser tumores nodulares de gran tamaño y se describen como bolsas de gusanos cuando se palpan, pueden sentirse debajo de piel con hipertriosis y una pigmentación marrón rojiza o anaranjada y pueden evolucionar en tumores malignos poco comunes y extremadamente agresivos que crecen rápidamente y se infiltran con sangre produciendo característicamente una morbilidad asociada siendo la más común el dolor, seguido de desfiguración y disfunción motora (1,2). Este tumor maligno al crecer puede provocar efectos perjudiciales dolor incontrolable y déficits neurológicos (1,10) El neurofibromas plexiformes llega a ser inoperable en aproximadamente 50% de los pacientes (2). Situación de este caso ya que tras estudios de extensión y ser valorada por neurocirugía, ortopedia, oncología clínica y quirúrgica se llega a la conclusión de lesión inoperable por compromiso de orígenes de arteria del tronco celíaco, mesentérica superior y componente intrarraquídeo donde los riesgos superan los beneficios ofrecidos por cirugía.

### Tratamiento

El tratamiento farmacológico tiene limitaciones, pero la comprensión de la patología en sí misma ha llevado al desarrollo de medicamentos como el inhibidor de MEK1/2 *selumetinib*, que ha demostrado ser eficaz en pacientes pediátricos con NF1 sintomático e inoperables. En un ensayo de fase I/II, la mayoría de los niños (alrededor del 70 %) experimentaron una reducción del volumen del tumor junto con mejoras en la calidad de vida, la fuerza, el rango de movimiento y dolor relacionado con

el tumor. Actualmente el único tratamiento aprobado para pacientes pediátricos con NF1 inoperables es con *Selumetinib* (en  $\geq 2$  años de edad en EE. UU. y  $\geq 3$  años en Europa) (2,14).

### Evaluación del tratamiento.

Ya que las características clínicas que reúnen son tan variadas e interfieren en diferentes grados, así como el tratamiento variado que reciben existen investigadores que han comenzado a utilizar los resultados informados por el paciente (PRO) como puntos finales secundarios para evaluar el beneficio clínico de los ensayos de medicamentos desde la perspectiva del paciente, sin embargo todavía hay problemas con el uso de estas medidas de dolor y funcionamiento físico en ensayos clínicos de NF ya que el dolor puede ser agudo, episódico o crónico, y puede variar en ubicación e intensidad por lo que para obtener evaluaciones de dolor confiables y válidas se debe considerar la frecuencia de las evaluaciones, duración del período de respuesta y cómo rastrear las ubicaciones de los tumores o complicaciones objetivo y requiere un registro preciso de uso de analgésicos para distinguir los cambios en el dolor al diseñar un ensayo de NF que incluya PRO del dolor, se propone a la escala de calificación numérica como la recomendada. Actualmente no hay métodos validados para evaluar el dolor y desempeño físico a lo largo de la vida en NF (8). Posterior a tratamiento se deben realizar controles a estos pacientes donde se ha ido dando importancia a la resonancia magnética de cuerpo entero en función de las características clínicas y genéticas con un enfoque práctico no solo para la detección de tumores, sino también para evaluación de la carga tumoral, caracterización tumoral e incluso evaluación de la respuesta al tratamiento para brindar la mejor atención a los pacientes (15).

### Conclusiones.

Actualmente no existe un tratamiento aprobado para el manejo específico de la NF1. Su manejo de dolor debe de considerarse que con el uso de múltiples fármacos llegando a los opioides está la posibilidad de dependencia o de no encontrar beneficio con su uso. El manejo puede basarse en una espera expectante, cirugía, tratamiento médico o una combinación de estas.

### Bibliografía.



1. Saleh M, Dib A, Beaini S, Saad C, Faraj, El Joueid Y, Kotob, Y, Saoudi L, Emmanuel N. (2023). Neurofibromatosis type 1 system-based manifestations and treatments: a review. *Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology* 2003; 44(6):1931–1947. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s10072-023-06680-5>
2. Armstrong AE, Belzberg AJ, Crawford JR, Hirbe AC, Wang ZJ. Treatment decisions and the use of MEK inhibitors for children with neurofibromatosis type 1-related plexiform neurofibromas. *BMC Cancer*. 2023;23(1):553. doi:10.1186/s12885-023-10996-y.
3. Rivera Fernández RR, Cancel Artau KJ, Añeses González CR, Correa Rivas MS, Cintron Diaz E, Ortiz Justiniano V, et al. Neurofibromatosis Type I Presenting with Incomplete Ileal Volvulus in a Pediatric Patient. *Am J Case Rep*. 2023;24:e918041. doi:10.12659/AJCR.918041.
4. Buono FD, Grau LE, Sprong ME, Morford KL, Johnson KJ, Gutmann DH. Pain symptomology, functional impact, and treatment of people with Neurofibromatosis type 1. *J Pain Res*. 2019;12:2555–61. doi:10.2147/JPR.S209540.
5. Yang X, Desai K, Agrawal N, Mirchandani K, Chatterjee S, Sarpong E, et al. Treatment, resource use and costs among pediatric patients with neurofibromatosis Type 1 and plexiform neurofibromas. *Pediatr Health Med Ther*. 2020;11:421–8. doi:10.2147/PHMT.S265690.
6. Sánchez Marco SB, López Pisón J, Calvo Escribano C, González Viejo I, Miramar Gallart MD, Samper Villagrasa P. Neurological manifestations of neurofibromatosis type 1: our experience. *Neurologia*. 2022;37(5):325–33. doi:10.1016/j.nrleng.2019.05.008.
7. Varni JW, Nutakki K, Swigonski NL. Cognitive functioning and pain interference mediate pain predictive effects on health-related quality of life in pediatric patients with Neurofibromatosis Type 1. *Eur J Paediatr Neurol*. 2020;28:64–9. doi:10.1016/j.ejpn.2020.07.014.
8. Wolters PL, Martin S, Merker VL, Tonsgard JH, Solomon SE, Baldwin A, et al. Patient-reported outcomes of pain and physical functioning in neurofibromatosis clinical trials. *Neurology*. 2016;87(7 Suppl 1):S4–12. doi:10.1212/WNL.0000000000002927.
9. Bellampalli SS, Khanna R. Towards a neurobiological understanding of pain in neurofibromatosis type 1: mechanisms and implications for treatment. *Pain*. 2019;160(5):1007–18. doi:10.1097/j.pain.0000000000001486.
10. Zipfel J, Al-Hariri M, Gugel I, Haas-Lude K, Grimm A, Warmann S, et al. Surgical management of peripheral nerve sheath tumours in children, with special consideration of neurofibromatosis. *Childs Nerv Syst*. 2020;36(10):2433–42. doi:10.1007/s00381-020-04703-6.
11. Kongkriangkai AM, King C, Martin LJ, Wakefield E, Prada CE, Kelly-Mancuso G, et al. Substantial pain burden in frequency, intensity, interference and chronicity among children and adults with neurofibromatosis Type 1. *Am J Med Genet A*. 2019;179(4):602–7. doi:10.1002/ajmg.a.61069.
12. Jevotovsky DS, Callahan E, Libby J, Portugal SE. Successful treatment of peripheral nerve sheath tumor-related pain with perineural steroid Injection: a case report. *Interv Pain Med*. 2024;3(1):100394. doi:10.1016/j.inpm.2024.100394.
13. Yang X, Yoo HK, Amin S, Cheng WY, Sundaresan S, Zhang L, et al. Clinical and humanistic burden among pediatric patients with neurofibromatosis type 1 and plexiform neurofibroma in the USA. *Childs Nerv Syst*. 2022;38(8):1513–22. doi:10.1007/s00381-022-05513-8.
14. Gross AM, Dombi E, Wolters PL, Baldwin A, Dufek A, Herrera K, et al. Long-term safety and efficacy of selumetinib in children with neurofibromatosis type 1 on a phase 1/2 trial for inoperable plexiform neurofibromas. *Neuro Oncol*. 2023;25(10):1883–94. doi:10.1093/neuonc/noad086.
15. Kang E, Kim YM, Choi Y, Lee Y, Kim J, Choi IH, et al. Whole-body MRI evaluation in neurofibromatosis type 1 patients younger than 3 years old and the genetic contribution to disease progression. *Orphanet J Rare Dis*. 2022;17(1):24. doi:10.1186/s13023-022-02174-3.¿



## Fenómeno de Raynaud Durante Monitoria Intraoperatoria

### Raynaud's Phenomenon During Intraoperative Monitoring

Constanza Ramos<sup>1,3,4,5</sup>, Jesús H. Tovar<sup>2,3,4</sup>, Jorman H. Tejada<sup>2,3,4</sup>.

<sup>1</sup>Médico Residente de la Especialización en Anestesiología, Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Clínicas, Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia. <sup>3</sup>Departamento de Anestesiología, Hospital Universitario Hernando Moncaleano Perdomo. Neiva, Colombia. <sup>4</sup>Grupo de investigación Desarrollo Social, Salud Pública y Derechos Humanos, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia. <sup>5</sup>Especialista en Epidemiología, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.

**Anestesia en México 2023;38(1): 89-92.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-013>

*Fecha de recepción octubre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*  
connymedicina@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2893-2462>

#### Resumen

El fenómeno de Raynaud es un desequilibrio en la respuesta vascular ante el frío o estrés, que clínicamente se evidencia por cambios de coloración en la piel y a su vez es una manifestación de otras patologías, especialmente enfermedades reumáticas, el diagnóstico se puede realizar durante la anamnesis y al examen físico. En el campo de la anestesiología es fundamental conocerlo y manejarlo en el perioperatorio tanto para monitoria como para el acto anestésico. Se describe un caso de una paciente afrodescendiente, comórbida incluyendo enfermedad reumatológica que fue llevada a un procedimiento en la vía aérea.

**Palabras clave:** Raynaud, hipotermia, calentamiento

#### Abstract

Raynaud's phenomenon is a vascular dysregulation in response to cold or stress, clinically manifested

by skin color changes and often serving as a sign of underlying conditions—particularly rheumatic diseases. Diagnosis can be established during patient history-taking and physical examination. In the field of anesthesiology, it is essential to recognize and manage this condition throughout the perioperative period, both for monitoring and for the anesthetic procedure itself. We report the case of an Afro-descendant female patient with comorbidities, including a rheumatic disease, who underwent an airway procedure.

**Keywords:** Raynaud, hypothermia, warming

#### Introducción.

El paciente al enfrentarse a un ambiente quirúrgico es expuesto a diversos factores; uno de los principales factores es la temperatura de estas unidades. Fisiológicamente



con el fin de conservar la temperatura corporal, el organismo disminuye el flujo sanguíneo a la piel, a través de diferentes mecanismos de vasoconstricción, asociado a varios cambios moleculares y que, sumados al papel del sistema nervioso aferente pueden generar cambios vasculares (1,2).

Ya de manera patológica estos mecanismos se alteran causando anomalías en el tono vascular y provocando un desequilibrio entre la vasodilatación y la vasoconstricción (3). Este fenómeno también puede ser caracterizado clínicamente como primario o secundario (4). En el caso clínico de nuestra paciente, el fenómeno de Raynaud (FR) es explicado por una enfermedad subyacente, lupus eritematoso sistémico, que fue programada para un procedimiento sobre la vía aérea, debido a ello y a su raza negra, la señal de oximetría para su monitoria en el quirófano fue poco confiable.

#### Caso clínico.

Paciente femenina de 38 años de raza afrodescendiente, antecedentes personales de Lupus Eritematoso Sistémico (LES), hipotiroidismo en suplencia, obesidad (Índice de Masa Corporal: 31.3), insuficiencia venosa. Seis abortos en diferentes edades gestacionales, compromiso hepático autoinmune además de anemia hemolítica; consulta por cuadro de dolor torácico de un mes. Se documenta serositis. En institución de alta complejidad consideran que el cuadro es secundario a un proceso no controlado de LES y reumatología conceptúa probable actividad inflamatoria secundaria con sobreinfección, bajo inmunosupresión por lo cual indicó estudios de extensión microbiológicos, entre ellos una Fibrobroncoscopia más lavado broncoalveolar. Durante la valoración preanestésica se evidenció escaso derrame pericárdico, derrame pleural bilateral laminar bibasal, atelectasia basal izquierda, ecocardiograma con derrame menor a 50 mL sin repercusión hemodinámica y anemia hemolítica severa perfil ferrocínético. Se consideró paciente ASA IV, clase funcional III/IV, riesgo quirúrgico medio, índice de LEE II.

El día del procedimiento quirúrgico es ingresada a salas, al monitorizar la paciente se evidencia mala plestimografía en la medición de la oximetría. Como conducta se considera la utilización de tres oxímetros diferentes para descartar sesgos de medición evidenciando clínicamente que con la exposición al frío había palidez distal en los dedos de las manos (Figura 1).

Figura 1: Tres equipos de oximetría. hallazgo clínico de palidez en dedos de las manos. (círculo rojo: fase isquémica).



No se logró ningún resultado de saturación en distintas partes del cuerpo como manos, pies u orejas. Se decidió realizar métodos de calentamiento pasivo usando bolsas de agua tibia en extremidades superiores, además de métodos activos con manta por aire forzado y líquidos endovenosos tibios (Figura 2: A y B).

Figura 2: Diferentes métodos de calentamiento

A. Calentamiento pasivo con bolsas tibias en extremidades superiores.

B. Calentamiento activo por aire forzado.



Ante el test de piel de color oscuro fue difícil evidenciar cambios propios del fenómeno de Raynaud; al sumar varios mecanismos de calentamiento y tras 30 minutos de



la aplicación de las diversas estrategias de calentamiento instauradas, se logró el control de la saturación en los tres dispositivos con diferencias muy mínimas junto a temperatura entre 36 y 37°C (Figura 3); se continúa el procedimiento con oxigenación por máscara facial, anestesia bajo medicación intravenosa por bolos de remifentanilo y Propofol junto a dosis única de lidocaína, ketamina (dosis analgésica) y dexametasona, con lo que se logró mantener una adecuada oxigenación, sin cambios hemodinámicos significativos.

Al finalizar el procedimiento es trasladada al área de cuidados postanestésicos, despierta y bajo monitoria que se continua en esta unidad con soporte de oxígeno a bajo flujo por cánula nasal, las medidas de calentamiento que fueron posteriormente retiradas. La paciente evolucionó favorable por lo cual es egresada a los cinco días del procedimiento.

### Discusión.

En la literatura el FR lo describen como una patología que está muy localizada perturbando la entrada arterial específicamente de la piel de los dedos de las manos y los pies, la punta de la nariz y las orejas, los cuales tienen características estructurales y funcionales especializadas para la termorregulación (5,6) esto es explicado por mecanismos de vasoconstricción dados por el aumento de la endotelina 1, disminución de la actividad del óxido nítrico, así como al aumento de actividad de receptores adrenérgicos (1), varios cambios moleculares sumados al papel del sistema nervioso aferente en el receptor iónico TRPM8, que se comunica con el hipotálamo por diferentes sustancias, principalmente por la norepinefrina, generan cambios vasculares (2) y a su vez cambios en el tono vascular. Una de las explicaciones para este fenómeno es el aumento de GMPc que a su vez disminuye el calcio intracelular en el músculo liso provocando un desequilibrio entre la vasodilatación y la vasoconstricción (3). Clínicamente se puede caracterizar en primario y secundario, dado por su mecanismo molecular diferenciándolos, en el que hay un aumento de la actividad de los receptores alfa adrenérgicos, en contraste a un daño endotelial temprano que termina en obstrucción del flujo, respectivamente (4). Así mismo, se describen métodos paraclínicos para diagnosticarla, como causas secundarias, tal y como, la que presentó nuestra paciente. Se describen tratamientos con vasodilatadores, análogos de prostaglandinas (7), manejo antiplaquetario e incluso simpatectomía química o quirúrgica, que no cuenta con evidencia concluyente de su utilidad (8). En que muchas

ocasiones las medidas generales son bastantes y no es preciso utilizar tratamiento farmacológico.

Se describe que el 90 % de la pérdida es a través de la piel (9) y para prevenir ello, se utilizan mecanismos de calentamiento cutáneo que los podemos clasificar en activos y pasivos. Referente a los activos, en una revisión sistemática realizada por Brito Poveda (9), encontró al comparar diferentes sistemas, mayor efectividad del sistema de circulación de agua calentada comparado al sistema de aire forzado calentado (10), aunque este último se ha considerado el método más eficaz preoperatorio para prevenir complicaciones secundarios a la hipotermia (11); y es el método activo que junto a la infusión de líquidos calientes utilizamos en nuestros quirófanos, aunque es poca la evidencia que los respalda.

Dentro de los sistemas de calentamiento pasivos, se encuentran los guantes, la ropa, sabanas de algodón, cubrecabezas, líquidos tibios en extremidades, lo cual debe realizarse entre 40 a 60 minutos previos a la inducción anestésica (11).

La paciente tenía antecedentes positivos para sospechar clínicamente que presentara un FR, debido a su color de piel, no se evidencio claramente el cambio de color trifásico de los dedos que describe la literatura secundario a las fases isquémica y de desoxigenación que presenta este fenómeno, por lo cual para asegurar una onda de plestimografía confiable, nos valimos de medios físicos como líquidos tibios intravenosos y al contacto en extremidades superiores, múltiples mantas térmicas, sistema de aire forzado caliente y tres oxímetros para comparar las puntuaciones; con lo cual se logró registrar una saturación de 98-100 %, en el tiempo en que la paciente se encontró despierta. En el periodo intraoperatorio bajo estas medidas se logró mantener el registro y el procedimiento se realizó sin complicaciones. Adicional, la hipotermia no solo influye en la curva de plestimografía para la cuantificación de la saturación de oxígeno ante el FR; como anestesiólogos se debe tener en cuenta los medicamentos que usamos ya sea para la inducción o el mantenimiento anestésico. Un grupo importante son los opioides, en este caso se administró remifentanilo, que por condiciones de hipotermia puede incrementar su concentración plasmática en un 25 % (12).

### Conclusión.

El FR es una entidad para tener en cuenta dentro de la evaluación preoperatoria, porque se asocia a varias enfermedades importantes, que pueden tener





repercusiones con la anestesia. No debemos olvidar que la hipotermia puede interferir en la farmacodinamia de los medicamentos que utilizamos durante el acto anestésico y aumentar el riesgo de complicaciones.

Conflicto de intereses: Autores declaran no tener conflicto de intereses. Apoyo financiero y patrocinio: Ninguno

balance in humans. FASEB J. 1993;7(8):638-44. <https://doi.org/10.1096/fasebj.7.8.8500688>.

## Referencias.

1. Temprano KK. A Review of Raynaud's Disease. *Mo Med*. 2016;113(2):123-6
2. Wigley FM. Raynaud's phenomenon. *N Engl J Med*. 2002;347(13):1001-8. doi: 10.2217/ijr.10.17
3. Sony S, Shekhar S, Walikar BN, Shiwali S. Raynaud's phenomenon during non-operating room anesthesia: A case report. *Cureus* 2022;14(12):e32906. DOI: 10.7759/cureus.32906
4. Rodríguez-Criollo JA, Jaramillo-Arroyave D. Fenómeno de Raynaud. Revisión. *Rev Fac Med*. 2014;62(3):1-24. <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v62n3.38934>
5. Kahaleh MB, Fan PS. Mechanism of serum-mediated endothelial injury in scleroderma: identification of a granular enzyme in scleroderma skin and sera. *Clin Immunol Immunopathol*. 1997;83(1):32-40. <https://doi.org/10.1006/clin.1996.4322>
6. Sgonc R, Gruschwitz MS, Boeck G, Sepp N, Gruber J, Wick G. Endothelial cell apoptosis in systemic sclerosis is induced by antibody-dependent cell-mediated cytotoxicity via CD95. *Arthritis Rheum Off J Am Coll Rheumatol*. 2000;43(11):2550-62. [https://doi.org/10.1002/1529-0131\(200011\)43:11%3C2550::AID-ANR24%3E3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1529-0131(200011)43:11%3C2550::AID-ANR24%3E3.0.CO;2-H)
7. Joven BE, Carreira PE. Síndrome de Raynaud: etiología y manejo. *Reumatol Clínica*. 2008;4(2):59-66. DOI: 10.1016/S1699-258X(08)71801-1
8. Tomaino MM, Goitz RJ, Medsger TA. Surgery for ischemic pain and Raynaud's' phenomenon in scleroderma: a description of treatment protocol and evaluation of results. *Microsurg Off J Int Microsurg Soc Eur Fed Soc Microsurg*. 2001;21(3):75-9. <https://doi.org/10.1002/micr.1013>
9. Poveda V de B, Martinez EZ, Galvão CM. Métodos activos de calentamiento cutáneo para la prevención de hipotermia en el período intraoperatorio: revisión sistemática. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2012;20:183-91. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692012000100024>
10. Galvão CM, Liang Y, Clark AM. Effectiveness of cutaneous warming systems on temperature control: meta-analysis. *J Adv Nurs*. 2010;66(6):1196-206. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05312.x>
11. Uriostegui-Santana ML, Nava-López JA, Mendoza-Escoto VM. Alteraciones de la temperatura y su tratamiento en el perioperatorio. *Rev Mex Anesthesiol* 2017;40(1).
12. Sessler DI. Perianesthetic thermoregulation and heat





## Bloqueo de Plexo Braquial Supraclavicular Guiado por Ultrasonido en Cirugía Ortopédica Pediátrica

### Ultrasound-Guided Supraclavicular Brachial Plexus Block in Pediatric Orthopedic Surgery

<sup>1</sup>Lujano-Téllez Mariana Chantal. <sup>2</sup>Peyro-Arenas Laura Helena. <sup>1</sup>Médico Especialista de Anestesiología en el Hospital General de Tlaxcala Lic Anselmo Cervantes Hernández. Tlaxcala, México. <sup>2</sup>Anestesiólogo pediatra adscrito al Hospital General Durango. Profesor adjunto del Diplomado Manejo Anestésico Integral del paciente Pediátrico. México.

**Anestesia en México 2026;38(1): 93-97. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-014>**

*Fecha de recepción octubre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*

*mariana-ch1@hotmail.com*

#### Resumen

El manejo del dolor perioperatorio en cirugía ortopédica pediátrica representa un reto clínico importante, debido a las consideraciones anatómicas, fisiológicas y psicológicas propias del paciente pediátrico. El bloqueo de plexo braquial supraclavicular (BPBS), guiado por ultrasonido ha emergido como una técnica eficaz y segura para proporcionar anestesia regional en procedimientos de extremidad superior. Esta técnica permite una visualización directa de las estructuras anatómicas, reduce el riesgo de complicaciones y mejora la efectividad del bloqueo comparado con métodos tradicionales, basados en referencias anatómicas o neuroestimulación sola (1,2). Niño de 10 años que, tras una fractura de radio distal y complicaciones graves con anestesia general (laringoespasma severo), fue sometido en segundo tiempo a cirugía correctiva, utilizando anestesia regional,

mediante bloqueo supraclavicular del plexo braquial guiado por ultrasonido. Esta técnica permitió evitar una nueva anestesia general, ofreciendo un bloqueo eficaz sin eventos adversos. Discusión: Para evitar las complicaciones propias de la anestesia general se cambió a una anestesia regional guiado por ultrasonido. Conclusión: El caso ilustra la viabilidad de la anestesia regional como alternativa segura en población pediátrica. La guía ecográfica optimiza la técnica y reduce los riesgos. Esta estrategia debe considerarse en contextos donde la anestesia general representa un riesgo significativo.

**Palabras clave:** anestesia regional, pediatría, laringoespasma, ultrasonido, plexo braquial.

#### Abstract

Perioperative pain management in pediatric orthopedic surgery represents a significant clinical challenge due to



the unique anatomical, physiological, and psychological considerations of pediatric patients. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block (SCB) has emerged as an effective and safe technique for providing regional anesthesia in upper limb procedures. This approach allows direct visualization of anatomical structures, reduces the risk of complications, and enhances block efficacy compared to traditional methods based on anatomical landmarks or neurostimulation alone (1,2). We present the case of a 10-year-old boy who, following a distal radius fracture and severe complications with general anesthesia (severe laryngospasm), underwent corrective surgery at a later date using regional anesthesia via ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. This technique successfully avoided the need for repeat general anesthesia and provided effective surgical anesthesia without adverse events. Discussion: To prevent complications associated with general anesthesia, the anesthetic plan was switched to ultrasound-guided regional anesthesia. Conclusion: This case illustrates the feasibility of regional anesthesia as a safe alternative in pediatric patients. Ultrasound guidance optimizes the technique and minimizes risks. This strategy should be considered in clinical scenarios where general anesthesia poses significant risks.

**Keywords:** regional anesthesia, pediatrics, laryngospasm, ultrasound, brachial plexus.

## Introducción

La anestesia general en niños con antecedentes de complicaciones respiratorias graves representa un reto clínico significativo. El laringoespasmio es una de las complicaciones más temidas, debido al potencial compromiso de la vía aérea (VA) y su evolución hacia hipoxia o incluso paro cardiorrespiratorio (3). En este contexto, la anestesia regional guiada por ultrasonido se ha consolidado como una opción terapéutica segura y eficaz, particularmente en intervenciones ortopédicas de extremidades (4,5).

## Presentación

Se trata de paciente masculino de 10 años, después de haber sufrido una caída durante un partido de fútbol escolar. Posteriormente, el niño refirió dolor intenso en la región de la muñeca derecha, acompañado de inflamación y dificultad a la movilización. Se observó deformidad visible en la articulación de la muñeca y aumento de volumen con equimosis leve.

A la exploración física aumento de volumen y deformidad

visible en la región distal del antebrazo derecho; a la palpación se evidencia dolor localizado en el radio distal con presencia de crepitación ósea. La movilidad está considerablemente limitada tanto de forma activa como pasiva en la articulación de la muñeca. La evaluación neurológica no muestra alteraciones sensitivas ni motoras, y en la evaluación vascular se encuentran pulsos periféricos presentes con llenado capilar adecuado. Se diagnosticó con rayos X fractura de diáfisis distal de radio derecho, mínimamente desplazada, candidato a manejo con reducción cerrada con fijación interna con *clavillo Kirschner*; se realizó procedimiento, bajo anestesia regional con bloqueo de plexo braquial supraclavicular por anatomía, con analgesia insuficiente, con cambio de técnica a anestesia general balanceada. Presentó complicaciones en la fase de emersión: dificultad respiratoria progresiva caracterizada por estridor inspiratorio, tiraje intercostal y ausencia de entrada de aire bilateral compatible con laringoespasmio severo. Se acompañó de hipercapnia sostenida, evidenciada por un aumento significativo en los niveles de  $\text{CO}_2$  al final de la espiración ( $\text{EtCO}_2 > 60 \text{ mm Hg}$ ) y signos clínicos de retención de dióxido de carbono (taquicardia, diaforesis y somnolencia). Después de la resolución del evento con ventilación por mascarilla facial hasta normalizar parámetros respiratorios y niveles de  $\text{CO}_2$ , posterior a extubación fue trasladado a recuperación bajo monitoreo.

En la consulta externa con radiografía de control, se evidenció fracaso del tratamiento ortopédico con consolidación viciosa y osteoclasia del hueso afectado. Por lo que fue candidato a resolución quirúrgica; por lo que se proyectó tiempo quirúrgico para el 21 de mayo del 2025, donde se sometió a reducción abierta, fijación interna con placa convencional para radio distal derecho y *clavillo Kirschner 1.2 mm* más osteoclasia y colocación de injerto autólogo. Preoperatorios normales.

Se planificó un BPBS derecho ecoguiado con ultrasonido con transductor lineal 3.5 MHz, con ganancias al 60 %; se realizó el cálculo de volumen de Ropivacaina a 0.2 mL por kilogramo de peso, el niño pesó 65 kg, así que se le administró 13 mL y fue a una concentración de 0.5 % con un total de 65 mg, se tomó 8.6 mL de Ropivacaina al 0.75 % y 4.4 mL de agua inyectable para hacer esa concentración. Se realizó firma de consentimiento informado por los padres tras explicar el procedimiento detalladamente y se explicó al paciente en términos adecuados a su edad, debido a la buena cooperación del niño, se decidió no realizar sedación previa al bloqueo. Se colocó al niño en decúbito supino con la cabeza girada

al lado izquierdo, su brazo derecho fue adosado a su cuerpo. Se realizó asepsia y antisepsia de región anterior de cuello derecho, se colocaron tres campos en forma triangular a nivel del cuello y se colocó gel conductor del US, se posicionó el transductor en orientación transversal sobre la fosa supraclavicular, justo por encima de la clavícula, lateral al músculo esternocleidomastoideo; se identificaron las estructuras anatómicas de seguridad, la arteria subclavia (hipoecoica y pulsátil), la primera costilla (hiperecoica, curva y profunda), el plexo braquial de aspecto de racimo de uvas a dos cm de profundidad, lateral a la arteria subclavia. Se insertó la aguja *stimuplex* ultra 360 de 22G de 0.7 x 50 mm en técnica en plano, bajo visión ecográfica hacia el plexo braquial, cuidando evitar vasos y pleura, se aspira antes de inyectar el anestésico local, para evitar inyección intravascular y se observó hidrodisección, desplazando las estructuras y rodeando los troncos nerviosos. Se administraron lentamente los 13 mL de Ropivacaina al 0.5 %. (Figura 1). La latencia fue de ocho minutos con bloqueo motor y sensitivo adecuado; se colocaron puntas nasales a 2L y se administró sedación endovenosa para complementar con midazolam 3 mg en total y 150 µg de fentanilo, manteniendo ventilación espontánea, Ramsay 2, procedimiento quirúrgico con duración de 120 minutos, no se presentó ninguna complicación. Dexametasona (6.5 mg), ketorolaco (30 mg) para analgesia posoperatoria y ondansetron (4 mg). El niño fue trasladado a la unidad de cuidados postanestésicos (UCPA) para observación, se recuperó de la sedación sin incidentes y se egresó a su domicilio. (Figura 2 y 3)

Figura 1: Plexo braquial supraclavicular a 2 cm de profundidad

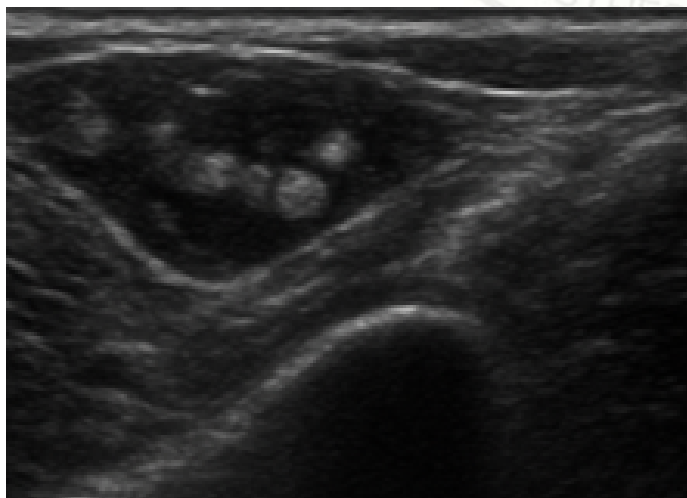


Figura 2: Proyección lateral de antebrazo derecho, con trazo de fractura en diáfisis distal de radio con consolidación viciosa y callo óseo secundario y desplazamiento angular dorsal.



Figura 3: Proyección lateral de radio y cúbito derechos, posterior a colocación de ato injerto, placa y tornillos, corrección de angulación en trazo de fractura.



## Discusión

El laringoespasmo constituye una de las complicaciones respiratorias temidas en la anestesia pediátrica. Se trata de un fenómeno reflejo desencadenado por estímulos en la VA superior durante la anestesia general, tanto en la inducción como en la emersión (6). Las complicaciones respiratorias, en particular el laringoespasmo y el broncoespasmo, son más frecuentes en niños, sobre todo en





aquellos con antecedentes respiratorios o exposición previa a eventos adversos (6,16). Su prevalencia es mayor en población pediátrica debido a características anatómicas y fisiológicas propias, como el calibre reducido de la VA, la mayor reactividad de la mucosa y la predisposición a colapsos dinámicos (9). La gravedad de esta complicación radica en que puede progresar rápidamente hacia hipoxemia, hipercapnia y paro cardiorrespiratorio si no se reconoce y maneja de forma oportuna (3,6). En pacientes con antecedentes de laringoespasmo severo, como el caso aquí presentado, la probabilidad de recurrencia es elevada, lo que obliga a considerar estrategias anestésicas alternativas que minimicen la manipulación de la VA (8). La anestesia general ha sido históricamente la técnica predominante en cirugía ortopédica pediátrica, ya que permite un control total de la VA y la inmovilidad quirúrgica. Sin embargo, su uso no está exento de riesgos.

En este contexto, la anestesia regional emerge como una herramienta terapéutica de gran valor, no solo como complemento, sino como alternativa principal en determinados procedimientos, como lo es la cirugía de miembro superior. El BPBS ha sido validado como una técnica altamente eficaz para intervenciones quirúrgicas de la extremidad superior. Su principal ventaja radica en la capacidad de anestesiarse todo el miembro por debajo del hombro, proporcionando tanto anestesia quirúrgica como analgesia posoperatoria de calidad (5). El desarrollo del ultrasonido como herramienta de guía ha revolucionado la práctica, al permitir la identificación precisa de las estructuras nerviosas, la visualización de la aguja en tiempo real y la administración controlada de volúmenes reducido del anestésico local (7,13). Esto disminuye la incidencia de complicaciones como la inyección intravascular, la punción pleural y el neumotórax, que en la era preecográfica constituían limitaciones significativas para el uso de esta técnica en población pediátrica.

En el caso presentado, la dosificación de ropivacaína se ajustó cuidadosamente al peso del paciente. Estudios recientes sobre la determinación del volumen efectivo mínimo en pediatría han demostrado que la individualización de la dosis, junto con la visualización ecográfica, son pilares para garantizar la seguridad y eficacia del bloqueo (7). Además, la elección de ropivacaína como anestésico local aporta ventajas en términos de menor cardiotoxicidad y neurotoxicidad en comparación con la bupivacaína, lo que refuerza su idoneidad en población pediátrica (15).

La evidencia disponible respalda ampliamente la seguridad de los bloqueos periféricos en niños. Grandes series

multicéntricas, como la del *Pediatric Regional Anesthesia Network*, con más de 100,000 bloqueos analizados, han demostrado que las complicaciones mayores son extremadamente raras cuando la técnica es realizada por anestesiólogos entrenados y bajo protocolos de seguridad (12). El uso de ultrasonido, la administración fraccionada con aspiraciones repetidas y la monitorización hemodinámica y respiratoria continua, como se aplicó en este caso, son estrategias esenciales para reducir aún más los riesgos (11,13,16).

El bloqueo regional permite un control eficaz del dolor, disminuye la necesidad de opioides sistémicos y, en consecuencia, reduce los efectos secundarios asociados, como depresión respiratoria, náusea, vómito y retención urinaria (4,8). En pediatría, donde la sensibilidad a los opioides es mayor y su uso se asocia a mayor morbilidad, la posibilidad de prescindir de ellos o reducir significativamente su empleo constituye un beneficio clínico tangible. Diversos estudios y reportes de caso han documentado la factibilidad de realizar cirugía de miembro superior en niños exclusivamente bajo anestesia regional, incluso en contextos de urgencia y en pacientes despiertos o con sedación mínima (2,9,14). Este enfoque ha demostrado no solo seguridad, sino también altos niveles de satisfacción en pacientes, familiares y equipos quirúrgicos. La experiencia acumulada sugiere que, con la formación adecuada, la anestesia regional puede dejar de ser vista como una técnica exclusivamente complementaria y consolidarse como opción primaria en escenarios seleccionados (8,10,13).

No obstante, estudios recientes muestran que los beneficios del BPBS en términos de reducción de complicaciones respiratorias, menor estancia hospitalaria, mejor control del dolor y mayor satisfacción del paciente justifican plenamente dicha inversión (15,16).

## Conclusiones

El BPBS guiado por ultrasonido se consolida como una alternativa segura y eficaz a la anestesia general en cirugía ortopédica pediátrica de miembro superior. (4,7,9,12,13,14). Su implementación a nivel institucional aporta beneficios en términos de seguridad perioperatoria, eficiencia hospitalaria y satisfacción del paciente y sus familiares (15,16).

## Referencias

1. Altinay M, Turk HS, Ediz N, Talmac MA, Oba S. Our ultrasound guided brachial plexus block experiences



- for upper extremity surgeries in pediatric patients. *Sisli etfal hastan tip bul.* 2020;54(2):231-235. DOI: 10.14744/SEMB.2018.98958
2. Shahr-Nissan K, Berant R, Ganor L, Katzir Y. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus blocks performed by pediatric emergency medicine Physicians for painful orthopedic procedures in a pediatric emergency department. A case Series. *Pediatr Emerg Care.* 2022;38(12):e1461-e1465. DOI: 10.1097/PEC.0000000000002878
  3. Michelet D, Truchot J, Piot MA, Drummond D, Ceccaldi PF, Plaisance P, Tesnière A, Dahmani S. Perioperative laryngospasm management in paediatrics: a high-fidelity simulation study. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn.* 2018;5(3):161-166. doi: 10.1136/bmjstel-2018-000364.
  4. Kuratani N, Kanmura Y. Pediatric anesthesia: current status and future directions. *J Anesth.* 2016 ;30(2):185-6. DOI: 10.1007/s00540-015-2102-0
  5. Castillo-Zamora C, Castillo-Peralta LA. Brachial plexus block with ultrasound: a descriptive study of routine clinical practice in 283 children. *Rev Mex Anest.* 2023;46(1):21-25. doi:10.35366/108618.
  6. Khara B, Tobias JD. Perioperative care of the pediatric patient and an algorithm for the treatment of intraoperative bronchospasm. *J Asthma Allergy.* 2023; 23;16:649-660. DOI: 10.2147/JAA.S414026
  7. Liu L, Yang F, Gao W, Li S, Tian Y, Yang L, Tu S. Median effective volume of 0.2 % ropivacaine for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block in children aged 1-6 years: a prospective dose-finding study. *Front Pediatr.* 2023; 12(11):1157447. DOI: 10.3389/fped.2023.1157447
  8. Heydinger G, Tobias J, Veneziano G. Fundamentals and innovations in regional anaesthesia for infants and children. *Anaesthesia.* 2021;76(Suppl 1):74-88. DOI: 10.1111/anae.15283
  9. Maupain O, Delvaux B, Huynh D, Ehooman F, Zanon N, Garnier T, Morel B, Franck C, Giral T. Regional anaesthesia for awake urgent upper limb surgery in children: a prospective cohort study. *Anaesthesia.* 2025;;80(9):1065-1073. DOI: 10.1111/anae.16594
  10. Hagen JG, Kattail D, Barnett N, Dingeman RS, Hoffmann C, Nichols M, Stengel AD, Tafoya S, Ecoffey C, Ivani G, Kundu T, Lönnqvist PA, Pearson A, Wilder R, Banik D, Bouarroudj N, Chooi CSL, Dave N, Gurumoorthi P, Handlogten KS, Heschl S, Koziol J, Kynes JM, Lopez G, Maniar A, Osazuwa M, Ponde V, Tsui BCH, Turbitt LR, Suresh S. Baby steps to mastery: building blocks for novices in pediatric regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2025; 1: 106434. DOI: 10.1136/rapm-2025-106434
  11. Ecoffey C, Bosenberg A, Lonnqvist PA, Suresh S, Delbos A, Ivani G. Practice advisory on the prevention and management of complications of pediatric regional anesthesia. *J Clin Anesth.* 2022;79:110725. DOI: 10.1016/j.jclinane.2022.110725
  12. Walker BJ, Long JB, Sathyamoorthy M, Birstler J, Wolf C, Bosenberg AT, Flack SH, Krane EJ, Sethna NF, Suresh S, Taenzer AH, Polaner DM, Martin L, Anderson C, Sunder R, Adams T, Martin L, Pankovich M, Sawardekar A, Birmingham P, Marcelino R, Ramarmurthi RJ, Szmuk P, Ungar GK, Lozano S, Boretsky K, Jain R, Matuszczak M, Petersen TR, Dillow J, Power R, Nguyen K, Lee BH, Chan L, Pineda J, Hutchins J, Mendoza K, Spisak K, Shah A, DelPizzo K, Dong N, Yalamanchili V, Venable C, Williams CA, Chaudahari R, Ohkawa S, Usljebrika H, Bhalla T, Vanzillotta PP, Apiliogullari S, Franklin AD, Ando A, Pestieau SR, Wright C, Rosenbloom J, Anderson T; Pediatric Regional Anesthesia Network Investigators. Complications in pediatric regional anesthesia: An analysis of more than 100,000 blocks from the pediatric regional anesthesia network. *Anesthesiology* 2018;129(4):721-732. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002372
  13. Marhofer P, Zadrazil M, Opfermann PL. Pediatric Regional Anesthesia: A practical guideline for daily clinical practice. *Anesthesiology.* 2025; 1;143(2):444-461. DOI: 10.1097/ALN.0000000000005554
  14. Lönnqvist PA. Dormido o despierto: ¿es posible la anestesia regional pediátrica sin anestesia general? *Br J Anaesth.* 2020;125(2):115-117. DOI: 10.1016/j.bja.2020.04.071
  15. Coşarcan SK, Doğan AT, Koyuncu Ö, Gurkan Y, Erçelen Ö. The minimum effective analgesic volume of 0.5 % bupivacaine for ultrasound-guided anterior suprascapular nerve block. *Cureus.* 2022; 10;14(11):e31350. DOI: 10.7759/cureus.31350
  16. de Graaff JC, Johansen MF, Hensgens M, Engelhardt T. Best practice research clinical anesthesiology: Safety and quality in perioperative anesthesia care. Update on safety in pediatric anesthesia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2021;35(1):27-39 DOI: 10.1016/j.bpa.2020.12.007



## Analgesia Multimodal en un Paciente con Condrosarcoma

### Multimodal Analgesia in a Patient with Chondrosarcoma

<sup>1</sup>Diana del Rocío Tobón-Mancilla, <sup>2</sup>Patricia Berenice Bolado-García. <sup>3</sup>Yesenia del Carmen Alonzo-Vera. <sup>1</sup>Médico Residente de tercer año de la Especialidad en Anestesiología. Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE). Facultad de Medicina UADY. Mérida, Yucatán, México. <sup>2</sup>Médico jefe de División de Investigación en Salud. México. <sup>3</sup>Médico Especialista en Anestesiología con Subespecialidad en Medicina Paliativa y del Dolor.

**Anestesia en México 2026; 38(1): 98-104.** <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-015>

*Fecha de recepción octubre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.*  
diana.tobon.m@hotmail.com

#### Resumen

El condrosarcoma (CS) es una neoplasia maligna del cartílago, agresiva localmente, con potencial metastásico y resistencia relativa a la quimio y radioterapia. El dolor, especialmente en etapas avanzadas, suele ser intenso y difícil de controlar. Se presenta el caso de un paciente masculino de 27 años con condrosarcoma de alto grado y metástasis pulmonar, tratado con un enfoque paliativo centrado en el control del dolor. Se utilizó analgesia multimodal con buprenorfina, pregabalina, imipramina y duloxetina, además de bloqueos regionales con ropivacaína y dexametasona, logrando analgesia eficaz, segura y ajustable, con mínimos efectos adversos y mejoría en la calidad de vida. Este caso subraya la relevancia de abordar el dolor como entidad compleja en oncología, destacando la eficacia de un manejo multidisciplinario. La integración racional de farmacoterapia y técnicas intervencionistas demuestra ser clave en el control del dolor en pacientes con cáncer avanzado y escasas opciones terapéuticas.

**palabras clave:** Condrosarcoma; analgesia multimodal; dolor oncológico

#### Abstract

Chondrosarcoma is a malignant cartilage neoplasm characterized by local aggressiveness, metastatic potential, and relative resistance to chemotherapy and radiotherapy. Pain, particularly in advanced stages, is often intense and difficult to manage. We present the case of a 27-year-old male patient diagnosed with high-grade chondrosarcoma with pulmonary metastasis, managed with a palliative approach focused on pain control. Multimodal analgesia was used, including buprenorphine, pregabalin, imipramine, and duloxetine, along with regional blocks using ropivacaine and dexamethasone, achieving effective, safe, and adjustable analgesia with minimal adverse effects and improved quality of life. This case highlights the importance of addressing pain as a complex entity in oncology and underscores the effectiveness of a multidisciplinary approach. The rational integration of pharmacotherapy and interventional techniques proves to be key in optimizing pain control in cancer patients with advanced disease and limited





therapeutic options.

**keywords:** Chondrosarcoma, multimodal analgesia, cancer pain.

## Introducción

El dolor es un síntoma muy frecuente en los pacientes con cáncer y tiene un impacto significativo en su calidad de vida. Su definición es compleja. La *International Association for the Study of Pain* lo describe como una experiencia desagradable tanto sensorial como emocional, que puede estar relacionada o no con un daño en los tejidos, o ser descrita en términos de dicho daño. Esta definición refleja la naturaleza multidimensional del dolor, ya que no se trata únicamente de una respuesta física provocada por la activación de los nociceptores, sino que también involucra aspectos emocionales que influyen en cómo se percibe y experimenta.

En consecuencia, el dolor asociado al cáncer representa un desafío clínico significativo que demanda un abordaje integral y multidimensional. La analgesia multimodal se define como aquella que engloba la combinación de dos o más fármacos y/o métodos anestésicos, respaldados por la farmacocinética y la farmacodinamia de los agentes empleados mediante sus interacciones (sinergia y aditividad) con el objetivo principal de brindar seguridad, disminuir los efectos colaterales y favorecer una recuperación temprana (1).

Finalmente, el presente artículo expone el caso clínico de un paciente con condrosarcoma de alto grado, con un enfoque centrado en las estrategias utilizadas para el control del dolor durante las distintas etapas de su evolución clínica.

En este contexto, el término CS se usa para describir a un grupo heterogéneo de tumores con características morfológicas y comportamientos clínicos diversos que se caracterizan por la formación de matriz condroide; corresponde al segundo tumor óseo maligno primario más frecuente (2). Los síntomas del condrosarcoma incluyen dolor local y la aparición de un bulto en el área afectada (3).

El CS es una neoplasia maligna de origen mesenquimal, caracterizada por su agresividad local y potencial metastásico, especialmente en sus variantes de alto grado. En estos pacientes, el dolor representa uno de los síntomas más frecuentes e incapacitantes, el cual puede tener componentes somáticos, neuropáticos e incluso viscerales, lo que complica su control eficaz con monoterapia analgésica (4-6).

En tal sentido, la analgesia multimodal se vuelve una herramienta fundamental para abordar el dolor desde distintos mecanismos fisiopatológicos. Este enfoque terapéutico combina fármacos y técnicas con diferentes mecanismos de acción, lo que permite potenciar el efecto analgésico, reducir las dosis necesarias de cada fármaco individual y, por consiguiente, minimizar los efectos adversos asociados a altas dosis de opioides u otros medicamentos (7,8).

Por tanto, la analgesia multimodal no solo es una estrategia eficaz y necesaria, sino también una manifestación del enfoque humanista y paliativo en la atención de pacientes oncológicos con dolor complejo y refractario (9).

## Caso clínico

Se trató de un hombre de 27 años, que fue diagnosticado con CS de alto grado con metástasis pulmonar.

Como antecedente de importancia presentó un traumatismo en el hombro izquierdo por accidente en motocicleta, que no ameritó tratamiento por el servicio de traumatología y ortopedia.

Inició su padecimiento con presencia de tumoración en la escápula izquierda, con un crecimiento acelerado, provocando dolor además de una pérdida ponderal de ocho kilogramos.

A la exploración física se encontró tumoración en región escapular, adherida a planos profundos, no móvil, con presencia de red vascular, indurada, con aumento de calor local y bordes mal definidos.

Por lo que se solicitaron los estudios correspondientes, cuyos resultados fueron los siguientes: Se realizó una ecografía de partes blandas, que mostró extensa tumoración sólida, de ecogenicidad mixta, altamente vascularizada, localizada en los tejidos blandos de la región dorsal y axilar posterior, izquierdas.

Debido a los hallazgos en la ecografía se solicitó una resonancia magnética; en donde se observó una imagen compatible con CS escapular como primera posibilidad diagnóstica, con extensión hacia los grupos musculares, principalmente subescapular e infraespinoso del lado izquierdo.

Para confirmar la sospecha diagnóstica, se solicitó una biopsia, previo a ella se realizó una tomografía como control, a los dos meses del primer estudio, donde se reportó una lesión tumoral dependiente de la escápula izquierda, considerando sarcoma de Ewing como posible diagnóstico. Se identificaron nódulos pulmonares en ambas bases, sugestivos de actividad tumoral.



Tres meses después se realizó biopsia por aguja gruesa guiada por ecografía, se obtuvieron seis cilindros, la muestra fue tratada con tinción básica con hematoxilina y eosina, y se realizó el estudio inmunohistoquímico. El diagnóstico fue una neoplasia mesenquimal compatible con CS grado III, de acuerdo con la clasificación de tumores cartilaginosos de la Organización Mundial de la Salud, con un inmunofenotipo se respaldó dicho diagnóstico. Se observó presencia de matriz *condroide* y *necrosis*. El marcador *Transducin-Like Enhancer of División 1 (TLE1)* fue nuclear débil positivo en el 50 % del tumor.

A la semana, se solicitó una *centellografía* ósea, donde las imágenes planas de cuerpo entero obtenidas 160 minutos después de la administración endovenosa de *metilendifosfonato (MDP)*, por sus siglas en inglés) marcado con  $^{99m}\text{Tc}$  (1110 MBq) mostraron adecuada concentración del trazador por estructuras óseas con moderada actividad circulante de fondo.

La distribución regional reportó lesión de grandes dimensiones abarcando la extremidad superior izquierda, con zonas de depósito del radiofármaco a nivel de tejidos blandos, sugestivo de zonas de necrosis en estos sitios. El cúbito se visualizó parcialmente en la imagen anterior, con zonas irregulares de pérdida de masa ósea. El resto del estudio con biodistribución normal.

Se inició quimioterapia a base de *gemcitabina* 1.6 g y *docetaxel* 120 mg, durante 6 ciclos, sin obtener respuesta terapéutica.

Se solicitó una nueva tomografía axial computarizada en donde se mostró una lesión tumoral sólida con densidad heterogénea centro hipodenso, con algunos fragmentos calcificados, que condicionó expansión y lisis del vértice inferior escapular y midió aproximadamente 24 x 17 x 17 cm, dicha lesión no fue visible en la totalidad de los cortes del estudio, perdió interfase con las estructuras musculares con desplazamiento anterior de los vasos axilares mismos que mostraron tortuosidad y dilatación con realce heterogéneo. También se observaron nódulos sólidos en ambas bases pulmonares, que midieron entre 18 y 24 mm.

El servicio de oncología quirúrgica no lo consideró candidato a cirugía. Radiooncología administró tratamiento paliativo con 10 G y en una fracción. El paciente fue referido a Clínica del Dolor por dolor de difícil control, a pesar del uso de analgésicos prescritos por otras especialidades. A través de una semiología completa del dolor se ajustó el tratamiento analgésico.

El tratamiento con el que llegó al departamento de clínica

del dolor, fue parche transdérmico de buprenorfina 10 mg, con cambio cada siete días y tramadol con paracetamol 37.5 mg/325 mg por vía oral, en caso necesario.

Se integró el diagnóstico de dolor oncológico somático y neuropático, por lo que, se ajustaron las dosis y se agregaron un neuromodulador (pregabalina) y un antidepresivo tricíclico (imipramina).

El tratamiento quedó de la siguiente manera:

- Parche transdérmico de buprenorfina 10 mg, con cambio cada siete días.
- Parche transdérmico de buprenorfina 5 mg, con cambio cada siete días.
- Tramadol con paracetamol (37.5 mg/325 mg, respectivamente) una tableta por vía oral, en caso de dolor intenso (rescate), con un máximo de tres veces al día.
- Pregabalina 150 mg, una cápsula por vía oral por la noche.
- Imipramina 25 mg, una tableta por vía oral por la noche.

Como tratamiento complementario se realizó un bloqueo supraclavicular bajo guía ecográfica, con ropivacaína perineural al 0.2 %, aforado a 20 cc de volumen (dosis total de 40 mg), durante la primera consulta.

Debido a la falta de respuesta al tratamiento oncológico y a la progresión de la enfermedad, se incrementó la dosis del *parche de buprenorfina*, se suspendieron los rescates de tramadol y se iniciaron rescates con buprenorfina por vía subcutánea. Se aumentaron las dosis de neuromodulador y del antidepresivo tricíclico, y se añadió un antidepresivo dual (duloxetina).

El tratamiento ajustado quedó de la siguiente manera:

- Tres parches transdérmicos de buprenorfina de 10 mg, con cambio cada siete días.
- Buprenorfina 150 µg de solución inyectable por vía subcutánea, en caso de dolor intenso (rescate), como máximo dos veces al día.
- Pregabalina 75 mg, una cápsula por vía oral, en la mañana.
- Pregabalina 150 mg, una cápsula por vía oral, en la noche.
- Imipramina 25 mg, dos tabletas por vía oral, en la noche.
- Duloxetina 60 mg, una cápsula por vía oral, en la mañana.

A las cuatro semanas, se realizó un segundo bloqueo supraclavicular guiado por ecografía, utilizando ropivacaína perineural al 0.2 %, aforado a 20 cc de



volumen (dosis total de 40 mg).

En la consulta de seguimiento, dos meses después, se continuo con el tratamiento analgésico instaurado y se llevó a cabo un bloqueo supraescapular bajo guía ecográfica, con ropivacaína perineural al 0.2 % (8 cc, dosis de 12 mg) más dexametasona 8 mg.

Debido al aumento del volumen tumoral y del tejido neovascular asociado con la alta actividad tumoral, se determinó que no era viable continuar con la aplicación de bloqueos regionales analgésicos.

Se realizó una tomografía axial computarizada de control por el servicio de oncología, que evidenció una tumoración de gran tamaño (35 cm de diámetro) que infiltraba el tórax, con derrame pleural del 50 % y metástasis pulmonares múltiples bilaterales, de mayor tamaño y número respecto al estudio previo de hace 5 meses.

Presentando disnea de pequeños esfuerzos por lo que fue ingresado, diagnosticándole un derrame pleural masivo izquierdo que fue resuelto con toracocentesis de 2500 mL serohemático. Siendo resuelto el derrame pleural y disminuyendo disnea fue dado de alta domiciliaria.

Ante la limitada tolerancia oral del paciente, se decidió mantener el tratamiento exclusivamente por vías transdérmica y subcutánea.

El paciente falleció a los nueve meses de iniciado su tratamiento analgésico como consecuencia del curso terminal de su enfermedad.

## Discusión

El CS es un tipo de cáncer de hueso maligno que surge de las células que producen cartílago (3). Es de crecimiento acelerado y localmente agresivo (10,11). Su principal característica es el aumento de volumen (10,12). La presencia de dolor es inusual en su etapa inicial (10,13), aunque una lesión de mayor tiempo de evolución puede ser dolorosa (11,14).

Los síntomas del CS incluyen dolor local y la aparición de un bulto en el área afectada. En algunos casos, el dolor persiste y no responde al tratamiento médico. (3) Al ser un tipo de cáncer que genera dolor de difícil control, estos son pacientes que se benefician de ser referidos a especialistas en esa área, en este caso a la clínica del dolor. La relación entre traumatismos y el desarrollo de CS no está claramente establecida en la literatura médica. El CS es un tumor maligno del cartílago que generalmente se presenta sin una causa aparente. Sin embargo, en algunos casos se ha observado que traumatismos previos

pueden coincidir temporalmente con la aparición de estos tumores, aunque no se ha demostrado una relación causal directa. (15,16). La mitad de los pacientes con CS periférico refieren antecedente traumático (17).

En este caso se realizó un manejo integral, teniendo clara la importancia de conocer el comportamiento del CS en el paciente, por lo que, se solicitó una biopsia. De acuerdo con Evans (18) hay tres grados de CS con base en la celularidad, la mitosis y el tamaño nuclear. El tipo I, de bajo grado o bien diferenciado, con baja agresividad y tendencia a producir metástasis; el tipo II, de grado intermedio o moderadamente diferenciado, y el tipo III, de alto grado y mal diferenciado (siendo el más frecuente el de grado 2). (19,20). Los resultados de la biopsia reportaron con Condrosarcoma de alto grado.

El abordaje terapéutico del CS es multidisciplinario, pero por la resistencia relativa de los pacientes hacia la quimio y la radioterapia, la supervivencia por esta enfermedad no ha cambiado en los últimos años. Por esta razón, la resección tumoral con márgenes adecuados ha sido descrita como el manejo preferido (21); sin embargo, para este paciente, por la evolución de la actividad tumoral, la metástasis pulmonar y la localización del primario, la cirugía no fue una opción.

A evaluar la actividad tumoral, así como el comportamiento, la extensión y la agresividad del tumor, se determinó que la opción más adecuada era un tratamiento paliativo. En este contexto, el manejo del dolor adquirió una relevancia fundamental, por lo que el paciente fue referido a la clínica del dolor.

El paciente es referido a la clínica del dolor utilizando un tipo de tratamiento. En el contexto de pacientes en tratamiento con buprenorfina, se define el rescate analgésico, como la administración adicional de un analgésico de acción rápida o corta duración, destinado a aliviar episodios de dolor irruptivo, es decir, exacerbaciones intensas y transitorias de dolor que se presentan a pesar de un control basal aparentemente adecuado (22).

Es importante definir el mecanismo de acción de la buprenorfina y tramadol. La buprenorfina actúa principalmente como un agonista parcial del receptor  $\mu$ -opioides (MOR), con alta afinidad y baja actividad intrínseca, con alta afinidad por los receptores opioides, lo que la hace difícil de desplazar por otros opioides (23). Por otro lado, el tramadol cuenta con un mecanismo de acción dual que combina efectos opioides y no opioides. De acuerdo con *Miller's Anesthesia* (23), sus principales mecanismos de acción son el agonismo débil de los





receptores  $\mu$ -opioides (MOR), así como la inhibición de la recaptación de serotonina y noradrenalina, aumentando sus niveles en las sinapsis neuronales. Esto contribuye a la modulación del dolor a través de las vías descendentes inhibitorias del sistema nervioso central y una acción sinérgica de sus enantiómeros, como el (+)-tramadol, que inhibe la recaptación de serotonina, y el (–)-tramadol, que inhibe la recaptación de noradrenalina. Esta combinación potencia su efecto analgésico.

Sabiendo esto, no es recomendable mezclar buprenorfina con tramadol debido a la competencia por los receptores opioides  $\mu$  (mu). La buprenorfina es un agonista parcial con alta afinidad por estos receptores, lo que puede desplazar a otros fármacos como el tramadol y reducir su eficacia analgésica. Además, la combinación puede aumentar el riesgo de efectos adversos como depresión respiratoria, sedación excesiva o síndrome serotoninérgico debido a la acción dual del tramadol sobre la serotonina y la noradrenalina (24). Sin embargo, el paciente, en el pleno uso de su autonomía, decidió no usar la vía subcutánea, se mantuvo inicialmente los rescates con tramadol y paracetamol por solicitud del paciente al preferir una vía enteral a la parenteral.

Por todo lo anterior es que toma gran relevancia el manejo multimodal del dolor en este tipo de afecciones, dejar de verlo como un síntoma y empezar a tratarlo como una patología adyacente. Una manera de tener un control analgésico óptimo es mediante la combinación de diferentes fármacos con mecanismo de acción variable que se dirigen a diferentes receptores para controlar y mejorar el dolor. Este esquema de manejo analgésico multimodal permite un efecto sinérgico y reduce la cantidad de otros medicamentos necesario para controlar el dolor (25,26).

A pesar de que el paciente recibió analgésicos potentes, el dolor continuó progresando debido al curso natural de la enfermedad. Esto hizo necesario aumentar la dosis de parches de buprenorfina, ajustar las dosis de rescate con el mismo medicamento y elevar las dosis del neuromodulador para optimizar el manejo del dolor. Conviene enfatizar que la pregabalina es un fármaco ampliamente utilizado en la analgesia multimodal debido a su capacidad para potenciar el efecto analgésico de otros medicamentos, como opioides y antiinflamatorios, reduciendo la dosis requerida de estos últimos y, por ende, de los efectos secundarios asociados. Su mecanismo de acción se basa en la modulación de la liberación de neurotransmisores excitatorios como el glutamato, a

través de su unión a la subunidad  $\alpha 2$ - $\delta$  de los canales de calcio dependientes de voltaje en el sistema nervioso central. Esto ayuda a controlar el dolor neuropático y mejora el control del dolor postoperatorio (23).

La imipramina se utiliza en el manejo del dolor crónico y el dolor neuropático debido a su capacidad para inhibir la recaptación de serotonina y noradrenalina, lo que modula las vías descendentes del dolor (24). El haber agregado la duloxetina tuvo como objetivo aprovechar su efecto inhibidor de la recaptación de serotonina y noradrenalina (IRSN), ya que esto ha demostrado ser eficaz en el tratamiento del dolor neuropático asociado con cáncer, incluyendo casos refractarios donde otros tratamientos no han sido efectivos (27).

El uso combinado de pregabalina, imipramina y duloxetina en el manejo del dolor neuropático se ha asociado con una mayor eficacia analgésica en comparación con el uso de cualquiera de los fármacos en monoterapia. La pregabalina actúa modulando la liberación de neurotransmisores excitatorios a través de la unión a la subunidad  $\alpha 2$ - $\delta$  de los canales de calcio, mientras que la imipramina y duloxetina, al inhibir la recaptación de serotonina y noradrenalina, potencia las vías descendentes inhibitorias del dolor. Este abordaje multimodal permite una mejor analgesia y una posible reducción de las dosis necesarias de cada medicamento, disminuyendo así el riesgo de efectos adversos (23).

Además del uso de estos fármacos, el uso de bloqueos regionales puede ser una estrategia eficaz, especialmente en casos donde el dolor es intenso, localizado o refractario a tratamientos sistémicos. Aunque la información disponible sobre su utilidad en el condrosarcoma es limitada, la evidencia general sobre el uso de bloqueos nerviosos en pacientes oncológicos respalda su aplicación en este contexto (27).

Se utilizó la ropivacaína por ser un anestésico local de tipo amida ampliamente utilizado en bloqueos regionales para el manejo del dolor agudo y postoperatorio. Su perfil farmacológico ofrece ventajas como una menor toxicidad cardíaca y del sistema nervioso central en comparación con otros anestésicos locales, así como una menor incidencia de bloqueo motor, lo que la hace especialmente útil en procedimientos donde se busca preservar la función motora (28).

La adición de esteroides, como la dexametasona, a anestésicos locales, incluidos bloqueos con ropivacaína, puede prolongar eficazmente la duración de la analgesia en procedimientos de bloqueo regional sin incrementar



significativamente los efectos adversos. Esto permite un mejor control del dolor postoperatorio y una disminución en el consumo de opioides (29).

Durante el curso clínico de la patología, fue posible alcanzar un control satisfactorio del dolor mediante el ajuste progresivo de los fármacos prescritos. Este resultado se logró sin necesidad de llegar a las dosis máximas recomendadas, lo cual refleja una adecuada respuesta terapéutica y permite reducir el riesgo de efectos adversos asociados al tratamiento analgésico.

## Conclusión

La implementación de un esquema de analgesia multimodal individualizado, que incluyó buprenorfina, coadyuvantes neuromoduladores, antidepresivos tricíclicos e inhibidores duales de la recaptación de serotonina y noradrenalina con anestésicos locales, demostraron controlar el dolor al final de la vida.

## Referencias

1. MirandaRangel A. Anestesia multimodal: una visión de la anestesia moderna. *Anestesiología*. 2015;38(Suppl 1):S300–S301. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=58890>
2. Chow WA. Chondrosarcoma: biology, genetics, and epigenetics. *F1000Res*. 2018 Nov 20;7:F1000 Faculty Rev1826. doi: 10.12688/f1000research.15953.1
3. CruzadoUlloa FA, LozanoZanelly GA. Chondrosarcoma: advances in diagnosis and therapeutic strategies. *World Health J*. 2024;5(2):6–9. doi: 10.47422/whj.v5i2.51
4. Gelderblom H, Hogendoorn PCW, Dijkstra SD, Van Rijswijk CSP, Krol ADG, Taminiau AHM, Bovee JVMG. The clinical approach towards chondrosarcoma. *Oncologist*. 2008;13(3):320–9. doi: 10.1634/theoncologist.2007-0237
5. Bennett MI, Rayment C, Hjermstad M, Aass N, Caraceni A. Prevalence and aetiology of neuropathic pain in cancer patients: a systematic review. *Pain*. 2012;153(2):359–65. doi: 10.1016/j.pain.2011.10.028
6. World Health Organization. WHO guidelines for the pharmacological and radiotherapeutic management of cancer pain in adults and adolescents. Geneva: World Health Organization; 2018.
7. Schug SA, Goddard C. Recent advances in the pharmacological management of acute and chronic pain. *Ann Palliat Med*. 2014;3(4):263–75. doi: 10.3978/j.issn.2224-5820.2014.10.02
8. Kehlet H, Dahl JB. Anaesthesia, surgery, and challenges in postoperative recovery. *Lancet*. 2003;362(9399):1921–8. doi: 10.1016/S0140-6736(03)14966-5
9. Fallon M, Giusti R, Aielli F, Hoskin P, Rolke R, Sharma M, Ripamonti CI. Management of cancer pain in adult patients: ESMO clinical practice guidelines. *Ann Oncol*. 2018;29(Suppl 4):iv166–iv191. doi: 10.1093/annonc/mdy152
10. Choo CS, Wan Abdul Rahman WF, Jaafar H, Ramli RR. Mesenchymal chondrosarcoma of maxilla in paediatric patient. *BMJ Case Rep*. 2019 Mar 9;12(3):e228969. doi: 10.1136/bcr-2018-228969
11. Reyes D, Hernández P, Flores A, Mimbela O. Condrosarcoma de maxilar en paciente pediátrico. *Cir Plást Iberolatinoam*. 2014;40:93–8. doi:10.4321/S0376-78922014000100013
12. GoutzanisL, KalfarentzosEF, PetsinisV, Papadogeorgakis N. Chondrosarcoma of the mandibular condyle in a patient with Werner syndrome: a case report. *J Craniomaxillofac Surg*. 2013 Oct;41(7):e170–4. doi:10.1016/j.jcms.2012.11.045
13. Ventura E, Dionísio S, Ferreira Â, Saleiro R, Marques H, Magalhães M, et al. Maxillary mesenchymal chondrosarcoma leading to a diagnosis of Li-Fraumeni syndrome. *J Surg Case Rep*. 2020 Dec;2020(12):rjz386. doi:10.1093/jscr/rjz386
14. Scelsi CL, Wang A, Garvin CM, Bajaj M, Forseen SE, Gilbert BC. Head and neck sarcomas: a review of clinical and imaging findings based on the 2013 World Health Organization classification. *AJR Am J Roentgenol*. 2019 Mar;212(3):644–54. doi:10.2214/AJR.18.19894
15. Peredo Lazarte A, Rivera Alarcón MG. Cirugía de salvamento en un caso de condrosarcoma de rodilla. *Gac Med Boliv*. 2016;44(1):75–80. Available from: [https://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-29662016000100013](https://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662016000100013)
16. Sociedad Matritense de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Fractura patológica sobre osteocondroma que imita clínica e imagenológicamente a degeneración maligna secundaria [Internet]. [s.f.] [cited 2025 Jun 20]. Available from: <https://www.revistasmccot.es/wp-content/uploads/2017/11/13-Vol-38-N3-Caso-Clinico.pdf>
17. Galicia López J, Ramírez JL. Osteosarcoma y



- condrosarcoma. *Rev Fac Med UNAM*. 1982;25(8):363–6. Available from: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/74209>
18. Evans HL, Ayala AG, Romsdahl MM. Prognostic factors in chondrosarcoma of bone: a clinicopathologic analysis with emphasis on histologic grading. *Cancer*. 1977;40(2):818–31. doi:10.1002/1097-0142(1977)08
19. Jurado P, Franco B, Castañeda M. Condrosarcoma mixoide en el seno maxilar. *An Orl Mex*. 2013;58(2):104–8. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaotomex/aom-2013/aom132h.pdf>
20. Pacheco L, Vargas R, González M, Medina C. Condrosarcoma de la laringe: reporte de un caso y revisión de la literatura. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. 2017;77(2):175–80. Available from: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/74209>
21. Esparza R, López-González A, Esparza-González M, González-Medina G, Hernández-Gutiérrez M, Ramírez-Villaseñor J, et al. Condrosarcomas óseos: características clínicas y resultados quirúrgicos en cinco años. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2018;56(3):273–8. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2018/im183e.pdf>
22. GonzálezBarboteo J, GómezBatiste Alentorn X, Calvo Manuel FA, Alberola Candel V, Palacios Eito MA, SánchezMagro I, et al. Effectiveness of opioid rotation in the control of cancer pain: the ROTODOL Study. *J Opioid Manag*. 2014;10(6):395–403. doi:10.5055/jom.2014.0236
23. Miller RD, Cohen NH, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Young WL, editors. *Miller's anesthesia*. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2020.
24. Brunton LL, Hilal-Dandan R, Knollmann BC. *Goodman and Gilman's: the pharmacological basis of therapeutics*. 13th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2018.
25. Brown EN, Lydic R, Schiff ND. General anesthesia, sleep, and coma. *N Engl J Med*. 2010;363(27):2638–50. doi:10.1056/NEJMra0808281 PMID:21190458
26. Goldberg DS, McGee SJ. Pain as a global public health priority. *BMC Public Health*. 2011;11(1):770. doi:10.1186/1471-2458-11-770 PMID:21978149
27. Ministerio de Salud del Perú. Eficacia y seguridad de la duloxetina en pacientes con cáncer, depresión moderada a severa y dolor neuropático. Serie Revisión Rápida N° 16-2021 [Internet]. Lima: MINSA; 2021 [cited 2025 Jun 20]. Available from: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3094321/RR\\_16\\_Duloxetine.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3094321/RR_16_Duloxetine.pdf)
28. El-Boghdadly K, Brull R, Sehmbi H. Ropivacaine. In: Vetter ES, Lichtor JD, editors. *Pharmacology of local anaesthetics*. Cham: Springer; 2018. p. 235–44. doi:10.1007/978-3-319-64496-8\_20
29. Fang J, Shi Y, Du F, Xue Z, Miao C, Cang J, Zhang X. The effect of perineural dexamethasone on rebound pain after ropivacaine single-injection nerve block: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*. 2021;21(1):47. doi:10.1186/s12871-021-01267-z





**MEDICAL LEGAL CENTER®**  
SALOMON & WARNER

# **PROTEGE TU CARRERA**

LOS SIGUIENTES 27 MESES

## **ANESTESIÓLOGOS**

CONSIGUE TU MEMBRESÍA POR

# **\$8,000**

PRECIO VÁLIDO AL 31 DE AGOSTO 2025

MENCIONANDO EL CÓDIGO DE PROMOCIÓN **AD39**

CONSIGUE CON MEDICAL LEGAL CENTER



**CRÉDITO HASTA  
\$2,000,000.00**  
PARA AUTO NUEVO O  
EQUIPO MÉDICO



**ANTIGÜEDAD  
RESPETADA**  
AL VENIR DE OTRA  
COMPAÑÍA



**PROTECCIÓN  
\$3,000,000.00**



**COBERTURA  
NACIONAL**



**ASESORÍA Y  
EMERGENCIA**  
24/7

PREGUNTA POR EL PRECIO ESPECIAL PARA  
**MÉDICOS RESIDENTES Y  
RECIEN EGRESADOS**

MÁS INFORMACIÓN EN NUESTRA PÁGINA O  
CON SU REPRESENTANTE LOCAL

[www.medicallegalcenter.com](http://www.medicallegalcenter.com)



 **800 215 0818**