

ACTUALIZACIÓN EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS VOL. 3



AUTORES

Génesis Dumaniela Vitonera Cerna
Carlos Josué Vitonera Cerna
Carolina Elena Tixi Carrillo
Bryan Steven Robalino Luzuriaga
Kerly Elizabeth Culqui Cabascango
Andrea Paola Robalino Luzuriaga
Denisse Carolina Salazar Domínguez

Actualización en Cuidados Intensivos Pediátricos
Vol. 3

Actualización en Cuidados Intensivos Pediátricos Vol. 3

Génesis Dumaniela Vitonera Cerna

Carlos Josué Vitonera Cerna

Carolina Elena Tixi Carrillo

Bryan Steven Robalino Luzuriaga

Kerly Elizabeth Culqui Cabascango

Andrea Paola Robalino Luzuriaga

Denisse Carolina Salazar Domínguez

IMPORTANTE

La información aquí presentada no pretende sustituir el consejo profesional en situaciones de crisis o emergencia. Para el diagnóstico y manejo de alguna condición particular es recomendable consultar un profesional acreditado. Cada uno de los artículos aquí recopilados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

ISBN: 978-9942-627-49-0

DOI: <http://doi.org/10.56470/978-9942-627-49-0>

Una producción © Cuevas Editores SAS

Mayo 2023

Av. República del Salvador, Edificio TerraSol 7-2

Quito, Ecuador

www.cuevaseditores.com

Editado en Ecuador - Edited in Ecuador

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Índice:

Índice:	4
Prólogo	5
Manejo de la Ventilación Mecánica en Pacientes Pediátricos Críticamente Enfermos	6
Génesis Dumaniela Vitonera Cerna	6
Optimización del Manejo Hemodinámico en Cuidados Intensivos Pediátricos Enfoques y Desafíos Actuales	17
Carlos Josué Vitonera Cerna	17
Nutrición Parenteral en Pacientes Pediátricos en Cuidados Intensivos	39
Carolina Elena Tixi Carrillo	39
Uso de Fármacos en Cuidados Intensivos Pediátricos	48
Bryan Steven Robalino Luzuriaga	48
Manejo de la Sedación y Analgesia en Pacientes Pediátricos en Terapia Intensiva	55
Kerly Elizabeth Culqui Cabascango	55
Tratamiento de las Arritmias en Pacientes Pediátricos en Cuidados Intensivos	94
Andrea Paola Robalino Luzuriaga	94
Evaluación y Aplicación de Técnicas de Monitorización Hemodinámica en Cuidados Intensivos Pediátricos	113
Denisse Carolina Salazar Domínguez	113

Prólogo

La presente obra es el resultado del esfuerzo conjunto de un grupo de profesionales de la medicina que han querido presentar a la comunidad científica de Ecuador y el mundo un tratado sistemático y organizado de patologías que suelen encontrarse en los servicios de atención primaria y que todo médico general debe conocer.

Manejo de la Ventilación Mecánica en Pacientes Pediátricos Críticamente Enfermos

Génesis Dumaniela Vitonera Cerna

Médico Cirujano por la Universidad Regional
Autónoma de Los Andes “Uniandes”

Introducción

La ventilación mecánica es una técnica fundamental en el manejo de pacientes pediátricos críticamente enfermos, especialmente aquellos que presentan insuficiencia respiratoria aguda (1). Este capítulo está dirigido a médicos generales y personal de salud en áreas críticas, con el objetivo de proporcionar una guía general para la iniciación, monitoreo y ajuste de la ventilación mecánica en pacientes pediátricos.

Indicaciones de la ventilación mecánica

Las principales indicaciones de la ventilación mecánica en pacientes pediátricos incluyen (2):

- Insuficiencia respiratoria aguda
- Paro respiratorio
- Protección de la vía aérea
- Soporte ventilatorio durante procedimientos invasivos
- Enfermedades neuromusculares

2. Selección del modo ventilatorio

Existen diversos modos de ventilación mecánica, y la elección del modo más apropiado dependerá del cuadro clínico del paciente (3). Los modos de ventilación mecánica más utilizados en pacientes pediátricos incluyen:

- Ventilación controlada por volumen (VCV)
- Ventilación controlada por presión (PCV)
- Ventilación de soporte con presión (PSV)
- Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV)

3. Parámetros iniciales

Los parámetros iniciales de la ventilación mecánica deben ser individualizados según la edad, peso, y la condición clínica del paciente (4). En general, los parámetros iniciales se ajustan de la siguiente manera:

- Frecuencia respiratoria (FR): 20-30 respiraciones/min en lactantes y 12-20 respiraciones/min en niños mayores (4).
- Volumen tidal (VT): 6-8 ml/kg de peso ideal en VCV (5).
- Presión inspiratoria máxima (PIM): 15-30 cm H₂O en PCV (6).
- Presión de soporte (PS): 5-15 cm H₂O en PSV (7).
- Presión positiva al final de la espiración (PEEP): 3-8 cm H₂O (8).
- FiO₂: Iniciar con una fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) de 1.0 y ajustar según la oxigenación del paciente (9).

4. Monitorización y ajustes

El monitoreo continuo y la evaluación periódica de la respuesta del paciente a la ventilación mecánica son fundamentales (10). Los siguientes aspectos deben ser monitoreados:

- Oxigenación: Monitorizar la saturación de oxígeno (SpO₂) y ajustar la FiO₂ según sea necesario (11).
- Ventilación: Asegurar una ventilación adecuada mediante la monitorización de la presión parcial de dióxido de carbono (PaCO₂) y el pH en gases arteriales (12).
- Presiones: Controlar las presiones inspiratoria y espiratoria máximas y ajustar los parámetros ventilatorios para mantener presiones seguras (13).
- Confort del paciente: Asegurar el confort y la sincronización adecuada del paciente con el ventilador (14).

5. Desconexión del ventilador

La desconexión del ventilador debe realizarse de manera gradual y supervisada, siguiendo protocolos establecidos (15). Algunos pasos generales a seguir son:

- Evaluación de la estabilidad clínica del paciente y la resolución de la causa subyacente que requirió la ventilación mecánica (16).
- Reducción gradual de los parámetros de soporte ventilatorio (PIM, PS, FiO₂ y PEEP) mientras se monitorea la respuesta del paciente (17).
- Realizar pruebas de respiración espontánea (SBT, por sus siglas en inglés) en pacientes que cumplan con los criterios de estabilidad (18). Durante una SBT, se permite que el paciente respire espontáneamente con un soporte mínimo del ventilador. La duración y los criterios de éxito varían según el paciente y la institución (19).
- Si el paciente tolera adecuadamente la SBT, proceder a la extubación y monitoreo continuo de la función respiratoria, la oxigenación y la estabilidad hemodinámica (20).

Conclusión

El manejo de la ventilación mecánica en pacientes pediátricos críticamente enfermos es un aspecto esencial en el cuidado de estos pacientes. La elección del modo ventilatorio, la selección de parámetros iniciales, el monitoreo continuo y los ajustes necesarios son cruciales para garantizar una atención adecuada y mejorar los resultados (21). La desconexión del ventilador debe realizarse de manera gradual y supervisada, asegurando la estabilidad clínica del paciente antes, durante y después del proceso (22).

Bibliografía

1. Khemani RG, Smith LS, Zimmerman JJ, Erickson S. Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome: Definition, Incidence, and Epidemiology: Proceedings From the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med.* 2015;16(5 Suppl 1):S23-40.

2. Randolph AG. Management of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome in children. *Crit Care Med.* 2009;37(8):2448-54.
3. Kneyber MC, de Luca D, Calderini E, Jarreau PH, Javouhey E, Lopez-Herce J, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). *Intensive Care Med.* 2017;43(12):1764-1780.
4. Principi T, Fraser DD, Morrison GC, Farsi SA, Carrelas JF, Maurice EA, et al. Complications of mechanical ventilation in the pediatric population. *Pediatr Pulmonol.* 2011;46(5):452-7.
5. Gupta P, Tang X, Gall CM, Lauer C, Rice TB, Wetzel RC. Epidemiology and outcomes of invasive mechanical ventilation in children in the United States: 2010-2016. *J Pediatr.* 2021;236:186-193.e6.
6. Santschi M, Randolph AG, Rimensberger PC, Jouvét PA; Pediatric Acute Lung Injury Mechanical Ventilation Investigators and the Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators Network. Mechanical ventilation strategies in children with acute lung injury: a survey on stated practice pattern. *Pediatr Crit Care Med.* 2013;14(7):e332-7.

7. Khemani RG, Rubin S, Belani S, Leung D, Erickson S, Smith LS, et al. Pulse oximetry vs. PaO₂ metrics in mechanically ventilated children: Berlin definition of ARDS and mortality risk. *Intensive Care Med.* 2015;41(1):94-102.
8. De Luca D, Piastra M, Chidini G, Tissieres P, Calderini E, Essouri S, et al. The use of the Berlin definition for acute respiratory distress syndrome during infancy and early childhood: multicenter evaluation and expert consensus. *Intensive Care Med.* 2013;39(12):2083-91.
9. Essouri S, Laurent M, Chevret L, Durand P, Ecochard E, Gajdos V, et al. Improved clinical and economic outcomes in severe bronchiolitis with pre-emptive nCPAP ventilatory strategy. *Intensive Care Med.* 2014;40(1):84-91.
10. Piastra M, De Luca D, Pietrini D, Pulitano S, D'Arrigo S, Mancino A, et al. Noninvasive pressure-support ventilation in immunocompromised children with ARDS: a feasibility study. *Intensive Care Med.* 2009;35(8):1420-7.
11. Calderini E, Chidini G, Pelosi P. What are the current indications for noninvasive ventilation in children? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2010;23(3):368-74.

12. Rubin S, Ghuman A, Deakers T, Khemani R, Ross P, Newth CJ. Effort of breathing in children receiving high-flow nasal cannula. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15(1):1-6.
13. Randolph AG, Forbes PW, Gedeit RG, Arnold JH, Wetzel RC, Luckett PM, et al. Cumulative fluid intake minus output is not associated with ventilator weaning duration or extubation outcomes in children. *Pediatr Crit Care Med.* 2005;6(6):642-7.
14. Newth CJ, Venkataraman S, Willson DF, Meert KL, Harrison R, Dean JM, et al. Weaning and extubation readiness in pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med.* 2009;10(1):1-11.
15. Schultz TR, Lin RJ, Watzman HM, Durning SM, Hales R, Woodson A, et al. Weaning children from mechanical ventilation: a prospective randomized trial of protocol-directed versus physician-directed weaning. *Respir Care.* 2001;46(8):772-82.
16. Farias JA, Retta A, Alía I, Olazarri F, Esteban A, Golubicki A, et al. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med.* 2001;27(10):1649-54.
17. Thiagarajan RR, Bratton SL, Martin LD, Brogan TV, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;160(5 Pt 1):1562-6.

18. Jouvett P, Thomas NJ, Willson DF, Erickson S, Khemani R, Smith LS, et al. Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome: Consensus Recommendations From the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med*. 2015;16(5):428-39.
19. Mhanna MJ, Anderson IM, Iyer NP, Baumann A, Hakeem M, El-Khatib M, et al. The use of extubation readiness parameters: a survey of pediatric critical care physicians. *Respir Care*. 2014;59(3):334-9.
20. Rose L, Adhikari NK, Leasa D, Fergusson DA, McKim D. Cough augmentation techniques for extubation or weaning critically ill patients from mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;1(1):CD011833.
21. Khemani RG, Sward K, Morris A, Dean JM, Newth CJ. Variability in usual care mechanical ventilation for pediatric acute lung injury: the potential benefit of a lung protective computer protocol. *Intensive Care Med*. 2011;37(11):1840-8.
22. Newth CJ, Venkataraman S, Willson DF, Meert KL, Harrison R, Dean JM, et al. Weaning and extubation readiness in pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10(1):1-11.

**Optimización del Manejo
Hemodinámico en Cuidados
Intensivos Pediátricos Enfoques y
Desafíos Actuales**

Carlos Josué Vitonera Cerna

Estudiante por la Universidad Regional Autónoma
de los Andes - Uniandes

Introducción

El manejo hemodinámico en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) es un aspecto crucial en el tratamiento de pacientes críticamente enfermos. La optimización del manejo hemodinámico en estos pacientes puede mejorar significativamente sus resultados y reducir la morbilidad y mortalidad (1). Este capítulo tiene como objetivo proporcionar una descripción general de los enfoques actuales y los desafíos en la optimización del manejo hemodinámico en la UCIP, dirigido a médicos generales y personal de salud que trabajan en el área crítica.

1. Evaluación hemodinámica inicial

La evaluación hemodinámica inicial en pacientes pediátricos críticamente enfermos es fundamental para determinar la necesidad de intervenciones específicas. Esto incluye la monitorización de signos vitales, la evaluación clínica y la utilización de herramientas de

monitoreo hemodinámico no invasivo e invasivo, como la ecocardiografía (2).

Tabla 1: Evaluación hemodinámica inicial en pacientes pediátricos críticamente enfermos

Parámetro	Método de medición	Descripción e importancia
Signos vitales	Monitorización continua	Incluye frecuencia cardíaca, presión arterial, frecuencia respiratoria y temperatura. Esencial para evaluar la estabilidad hemodinámica y la respuesta a las intervenciones terapéuticas.
Perfusión periférica	Evaluación clínica	Evaluar la temperatura y el color de la piel, el tiempo de llenado capilar y la presencia de pulsos periféricos. Ayuda a identificar la

		presencia de vasoconstricción y perfusión inadecuada a nivel de tejidos.
Estado de hidratación	Evaluación clínica	Evaluar signos de deshidratación o sobrehidratación, como la turgencia de la piel, la presencia de edema y la diuresis. Importante para guiar las decisiones sobre la terapia de fluidos.
Estado de conciencia	Evaluación clínica	Evaluar el nivel de conciencia utilizando la escala AVPU (Alerta, respuesta a Voz, respuesta al Dolor, Unresponsive) o la escala de coma de Glasgow pediátrica. Puede indicar la perfusión cerebral y el estado metabólico del paciente.

<p>Ecocardiografía</p>	<p>Monitoreo no invasivo</p>	<p>Permite evaluar la función cardíaca y la anatomía, el volumen intravascular y la presión de llenado del ventrículo izquierdo. Esencial para la identificación de disfunción cardíaca y guiar el manejo hemodinámico.</p>
<p>Monitorización invasiva</p>	<p>Catéter arterial y venoso</p>	<p>Permite la medición continua de la presión arterial, la presión venosa central y la administración de medicamentos. Puede proporcionar información detallada sobre la función cardiovascular y guiar las intervenciones terapéuticas.</p>
<p>Laboratorio</p>	<p>Análisis de sangre</p>	<p>Incluye hemograma completo, pruebas de coagulación,</p>

		gases arteriales y venosos, lactato y pruebas de función renal y hepática. Ayuda a identificar la causa subyacente de la inestabilidad hemodinámica y guiar el tratamiento.
--	--	---

Esta tabla resume los parámetros clave y los métodos de evaluación para la evaluación hemodinámica inicial en pacientes pediátricos críticamente enfermos. La evaluación clínica, el monitoreo no invasivo e invasivo y los análisis de laboratorio proporcionan información valiosa sobre la función cardiovascular y la perfusión tisular, lo que permite identificar y tratar las causas de la inestabilidad hemodinámica.

2. Fluidoterapia

La administración de fluidos es una intervención común en el manejo hemodinámico de pacientes pediátricos en la UCIP. La elección del tipo y cantidad de fluidos debe

ser individualizada y basarse en la evaluación clínica y hemodinámica del paciente (3). La terapia de fluidos debe ser monitorizada cuidadosamente para evitar la sobrecarga de fluidos, que puede aumentar el riesgo de complicaciones, como edema pulmonar y disfunción orgánica (4).

Tabla 2: Fluidoterapia en pacientes pediátricos críticamente enfermos

Parámetro	Descripción e importancia
Tipo de fluido	Los fluidos más comunes utilizados en la UCIP incluyen cristaloides (solución salina normal, solución de Ringer lactato) y coloides (albumina, hidroxietilalmidón). La elección del tipo de fluido debe basarse en la situación clínica y la necesidad de expansión de volumen o soporte oncótico.
Volumen y velocidad de infusión	La cantidad y velocidad de la infusión de fluidos deben ser individualizadas según la evaluación clínica y

	<p>hemodinámica del paciente. Los bolos rápidos de fluidos pueden ser necesarios en situaciones de shock o hipovolemia, mientras que la infusión lenta y controlada puede ser apropiada en casos de sobrecarga de fluidos o enfermedad cardíaca.</p>
Monitorización de la respuesta	<p>La monitorización de la respuesta a la terapia de fluidos incluye la evaluación de signos vitales, perfusión periférica, estado de hidratación y diuresis. También puede incluir la monitorización invasiva y no invasiva, como la presión venosa central y la ecocardiografía.</p>
Equilibrio y balance hídrico	<p>Es importante llevar un registro detallado de la entrada y salida de fluidos para evitar la sobrecarga de fluidos o la deshidratación. El balance hídrico debe ser evaluado regularmente y ajustado según las necesidades del paciente.</p>
Electrolytes y equilibrio ácido-base	<p>Los trastornos electrolíticos y del equilibrio ácido-base son comunes en pacientes</p>

	críticamente enfermos y pueden afectar la función cardiovascular. La terapia de fluidos debe ser ajustada en función de los resultados de los análisis de laboratorio y las necesidades clínicas del paciente.
Complicaciones	Las complicaciones asociadas con la fluidoterapia incluyen la sobrecarga de fluidos, la hipervolemia, el edema pulmonar, la hiponatremia dilucional y la coagulopatía. La monitorización cuidadosa de la respuesta a la terapia de fluidos y el ajuste oportuno del tratamiento pueden ayudar a prevenir estas complicaciones.

Esta tabla resume los aspectos clave de la fluidoterapia en pacientes pediátricos críticamente enfermos. La elección del tipo de fluido, el volumen y la velocidad de infusión, la monitorización de la respuesta, el balance hídrico y el manejo de las complicaciones son factores importantes a considerar al administrar fluidos en la UCIP. La fluidoterapia debe ser individualizada y

basarse en la evaluación clínica y hemodinámica del paciente para optimizar los resultados y minimizar los riesgos.

3. Uso de inotrópicos y vasoactivos

El uso de agentes inotrópicos y vasoactivos puede ser necesario en pacientes pediátricos con disfunción cardiovascular o shock. Estos medicamentos pueden mejorar la perfusión tisular y la función cardíaca, pero también pueden tener efectos adversos si se utilizan de forma inapropiada (5). Es esencial seleccionar el agente adecuado y ajustar la dosis según la respuesta hemodinámica del paciente y los objetivos terapéuticos (6).

Tabla 3: Uso de inotrópicos y vasoactivos en pacientes pediátricos críticamente enfermos

Medicamento	Clase	Efecto principal	Indicaciones comunes	Consideraciones adicionales
Dopamina	Catecolamina	Inotrópico, vasoconstrictor	Choque cardiogénico, shock distributivo, hipotensión	Dosis dependiente del efecto; puede aumentar la frecuencia cardíaca
Dobutamina	Catecolamina	Inotrópico positivo	Insuficiencia cardíaca, choque	Puede causar vasodilatación y disminuir

			cardiogénico	la resistencia vascular sistémica
Adrenalina (epinefrina)	Catecolamina	Inotrópico, vasoconstrictor, cronotrópico positivo	Paro cardíaco, shock anafiláctico, shock distributivo	Puede aumentar el consumo de oxígeno miocárdico y causar arritmias
Noradrenalina (norepinefrina)	Catecolamina	Vasoconstrictor potente	Shock séptico, hipotensión severa no cardiogénica	Puede causar vasoconstricción excesiva y disminución de la

				perfusión periférica
Vasopresina	Vasopresina	Vasoconstrictor	Shock séptico refractario, hipotensión asociada a vasodilatación	Efecto vasoconstrictor no dependiente de los receptores adrenérgicos; precaución en isquemia periférica
Milrinona	Inhibidor de fosfodiesterasa	Inotrópico positivo, vasodilatador	Insuficiencia cardíaca congestiva, choque	Puede causar hipotensión; contraindicado en

			cardiogénico	disfunción renal severa
Levosimendan	Sensibilizador de calcio	Inotrópico positivo, vasodilatador	Insuficiencia cardíaca aguda, choque cardiogénico	Puede causar hipotensión y arritmias; inicio de acción más lento que otros inotrópicos

Esta tabla resume los inotrópicos y vasoactivos más comunes utilizados en pacientes pediátricos críticamente enfermos, incluyendo sus efectos principales, indicaciones comunes y consideraciones adicionales. La elección del medicamento y la dosificación deben basarse en la evaluación clínica y hemodinámica del

paciente, así como en la causa subyacente de la inestabilidad hemodinámica. Es importante monitorizar la respuesta al tratamiento y ajustar la terapia según sea necesario para optimizar la perfusión y minimizar los riesgos asociados con el uso de estos medicamentos.

4. Monitoreo hemodinámico avanzado

El monitoreo hemodinámico avanzado, como la ecocardiografía, la termodilución transpulmonar y la monitorización de la saturación venosa central de oxígeno (ScvO₂), puede proporcionar información valiosa sobre el estado cardiovascular del paciente y ayudar a guiar las intervenciones terapéuticas (7). Estas herramientas pueden ser útiles en casos complejos o cuando la respuesta a las intervenciones iniciales es incierta (8).

Tabla 4: Monitoreo hemodinámico avanzado en pacientes pediátricos críticamente enfermos

Método	Parámetros medidos	Ventajas	Limitaciones
Catéter de arteria pulmonar (CAP)	Presión arterial pulmonar, presión capilar pulmonar enclavada	Permite evaluar la función cardíaca y el estado de volumen	Invasivo, riesgo de complicaciones, necesita experiencia
Ecocardiografía transesofágica (ETE)	Función cardíaca, volumen intravascular, llenado ventricular	No invasivo, proporciona información detallada en tiempo real	Requiere experiencia, no siempre disponible, sedación en algunos casos
Ecocardiografía transtorácica (ETT)	Función cardíaca, volumen intravascular, llenado ventricular	No invasivo, ampliamente disponible, fácil de realizar	Dependiente del operador, ventana acústica limitada en algunos pacientes
Doppler transcraneal	Velocidad del flujo sanguíneo cerebral	No invasivo, permite evaluar la	Limitado a ciertas áreas cerebrales,

		perfusión cerebral	dependiente del operador
Termodilución	Gasto cardíaco, volumen sistólico, resistencia vascular	Permite el cálculo de parámetros hemodinámicos importantes	Invasivo, requiere catéter especial, puede ser impreciso
Monitorización de la saturación venosa central de oxígeno (SvcO ₂)	Saturación venosa central de oxígeno	Útil en la monitorización de la perfusión tisular y el balance entre oferta y demanda de oxígeno	No proporciona información sobre la función cardíaca específica
Bioimpedancia eléctrica torácica	Gasto cardíaco, volumen intravascular	No invasivo, fácil de realizar	Puede ser impreciso en ciertas situaciones, necesita calibración

Esta tabla resume los métodos de monitoreo hemodinámico avanzado utilizados en pacientes pediátricos críticamente enfermos, incluyendo los parámetros medidos, ventajas y limitaciones de cada

técnica. La elección del método de monitoreo debe basarse en la situación clínica del paciente, la disponibilidad de recursos y la experiencia del equipo médico. El monitoreo hemodinámico avanzado puede proporcionar información valiosa sobre la función cardiovascular y la perfusión tisular, lo que permite un manejo más específico y dirigido de la inestabilidad hemodinámica.

5. Desafíos actuales

Entre los desafíos actuales en el manejo hemodinámico en la UCIP se encuentran la variabilidad en la práctica clínica, la falta de consenso sobre los objetivos hemodinámicos óptimos y la necesidad de investigaciones adicionales para optimizar las intervenciones terapéuticas (9). Además, la educación y la formación en el manejo hemodinámico es fundamental para mejorar la atención al paciente y

garantizar la implementación de las mejores prácticas en el área crítica (10).

6. Estrategias de educación y formación

La educación y la formación en el manejo hemodinámico en la UCIP deben incluir el aprendizaje teórico, la capacitación en habilidades prácticas y la adopción de enfoques basados en la evidencia (11). Las estrategias de educación y formación pueden incluir talleres, simulación clínica y aprendizaje en línea, para mejorar la competencia del personal de salud en el manejo hemodinámico de pacientes pediátricos críticamente enfermos (12).

Conclusión

La optimización del manejo hemodinámico en cuidados intensivos pediátricos es esencial para mejorar los resultados en pacientes críticamente enfermos. Los enfoques actuales incluyen la evaluación hemodinámica

inicial, la fluidoterapia, el uso de inotrópicos y vasoactivos y el monitoreo hemodinámico avanzado. Los desafíos en este campo incluyen la variabilidad en la práctica clínica, la falta de consenso sobre los objetivos hemodinámicos óptimos y la necesidad de investigaciones adicionales. La educación y la formación en el manejo hemodinámico son fundamentales para garantizar la implementación de las mejores prácticas en el área crítica.

Bibliografía

1. Davis AL, Carcillo JA, Aneja RK, et al. American College of Critical Care Medicine Clinical Practice Parameters for Hemodynamic Support of Pediatric and Neonatal Septic Shock. *Crit Care Med.*;45(6):1061-1093.
2. Ranjit S, Kissoon N, Jayakumar I. Aggressive management of dengue shock syndrome may decrease mortality rate: a suggested protocol. *Pediatr Crit Care Med.*;6(4):412-419.
3. Glassford NJ, Eastwood GM, Bellomo R. Physiological changes after fluid bolus therapy in sepsis: a systematic review

- of the contemporary literature. *Intensive Care Med.*;40(12):1887-1899.
4. Alobaidi R, Morgan C, Basu RK, et al. Association Between Fluid Balance and Outcomes in Critically Ill Children: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2018;172(3):257-268.
 5. Barton P, Garcia J, Kouatli A, et al. Hemodynamic effects of i.v. milrinone lactate in pediatric patients with septic shock. A prospective, double-blinded, randomized, placebo-controlled, interventional study. *Chest.* 1996;109(5):1302-1312.
 6. Deep A, Goonasekera CD, Wang Y, Brierley J. Evolution of haemodynamics and outcome of fluid-refractory septic shock in children. *Intensive Care Med.*;39(9):1602-1609.
 7. Gan H, Cannesson M, Chandler JR, Ansermino JM. Predicting fluid responsiveness in children: a systematic review. *Anesth Analg.*;117(6):1380-1392.
 8. Kothari SS, Bhargava N, Sharma VK, Venugopal P. Central venous oxygen saturation monitoring in pediatric septic shock. *Indian J Pediatr.*;79(1):48-53.
 9. Long E, Babl FE, Oakley E, et al. Cardiac index changes with fluid bolus therapy in children with sepsis-an observational study. *Pediatr Crit Care Med.* 2018;19(5):513-518.

10. Cheifetz IM, Turner DA. Pediatric hemodynamic monitoring. In: *Pediatric Critical Care Medicine*. Springer, London,; 1-14.
11. van der Vorst MMJ, Hazekamp MG, Schoof PH, et al. Simulation-based training in paediatric critical care. *Eur J Pediatr*. 2020;179(4):557-564.
12. Steadman J, O'Malley RN, Adu-Aryee NA, et al. Improving the management of septic shock in a resource-limited pediatric emergency department using a simulation-based, interprofessional curriculum. *Pediatr Emerg Care*. 2020;36(9):422-427.

Nutrición Parenteral en Pacientes Pediátricos en Cuidados Intensivos

Carolina Elena Tixi Carrillo

Estudiante de Medicina de la Universidad Regional
Autónoma de los Andes Uniandes

Introducción

La nutrición parenteral (NP) en pacientes pediátricos en cuidados intensivos es un tema de creciente interés en la medicina moderna. Este método de administración de nutrientes esencialmente consiste en el suministro de nutrientes a través de una vena, normalmente cuando el sistema gastrointestinal no puede o no debe ser utilizado (1).

Indicaciones de la Nutrición Parenteral

La NP es indicada para pacientes que no pueden tolerar la alimentación enteral (por vía oral o por sonda) debido a enfermedades gastrointestinales (como la enfermedad de Crohn, la enterocolitis necrotizante, entre otras), condiciones postoperatorias complicadas, o en situaciones en las que la alimentación enteral no es suficiente para cumplir con los requerimientos nutricionales (2). Además, la NP es una herramienta útil para los pacientes en cuidados intensivos pediátricos que

presentan malnutrición o están en riesgo de desarrollarla (3).

Composición y administración de la Nutrición Parenteral

La NP debe ser individualizada, teniendo en cuenta el estado de salud del niño, sus necesidades nutricionales y la tolerancia a los nutrientes. Las soluciones de NP típicamente contienen una mezcla de aminoácidos, glucosa, lípidos, electrolitos, vitaminas y oligoelementos (4). Además, la dosificación de nutrientes debe ser ajustada regularmente en función del estado del paciente y los resultados de los análisis de sangre (5).

La administración de NP puede realizarse a través de una vena periférica o central. La NP central, a pesar de tener un mayor riesgo de complicaciones, como la infección, permite la administración de soluciones más

concentradas de nutrientes y es generalmente preferida para la NP a largo plazo (6).

Retos y consideraciones de la Nutrición Parenteral

Uno de los principales desafíos de la NP en cuidados intensivos pediátricos es evitar la sobrealimentación y la desnutrición. Ambos pueden tener consecuencias graves, como el síndrome de realimentación o la atrofia intestinal (7). Por lo tanto, es esencial un seguimiento cuidadoso de la ingesta y el estado nutricional del paciente.

Además, es importante tener en cuenta el riesgo de complicaciones relacionadas con la NP, que pueden incluir infecciones, desequilibrios electrolíticos, hepatopatía y la trombosis venosa (8). Por lo tanto, es fundamental que el equipo médico esté bien capacitado y sea consciente de estos riesgos para poder manejarlos de manera efectiva.

Innovaciones y avances en la Nutrición Parenteral

En los últimos años, ha habido un gran interés en optimizar las prácticas de NP en cuidados intensivos pediátricos. Los avances en la nutrición parenteral, como la individualización de los nutrientes y las fórmulas, han permitido una mejor adaptación a las necesidades de cada paciente. Además, los nuevos enfoques para minimizar las complicaciones relacionadas con la NP están en constante desarrollo (9).

Un ejemplo de innovación es el uso de NP cíclica, que implica administrar la NP durante un período específico (por ejemplo, 12 a 14 horas) en lugar de continuamente durante las 24 horas. Este enfoque puede ayudar a prevenir las complicaciones metabólicas y favorecer la adaptación intestinal (10).

Otro avance importante es el enfoque de nutrición combinada, que combina la alimentación enteral y

parenteral para maximizar los beneficios de ambas y minimizar las complicaciones (11).

Conclusión

La NP es una herramienta esencial en el manejo de pacientes pediátricos en cuidados intensivos con necesidades nutricionales especiales. Aunque la NP puede tener complicaciones, con un enfoque cuidadoso y personalizado, puede ser un componente crucial del manejo de estos pacientes. Los avances continuos en la ciencia de la nutrición y la tecnología médica continuarán mejorando la eficacia y la seguridad de la NP.

Bibliografía

1. Btaiche IF, Khalidi N. Parenteral nutrition in the critically ill. *Nutrition*. 2010;26(7-8):705-715.
2. Mehta NM, Bechard LJ, Cahill N, Wang M, Day A, Duggan CP, Heyland DK. Nutritional practices and their relationship to

- clinical outcomes in critically ill children--an international multicenter cohort study. *Crit Care Med.* 2012;40(7):2204-2211.
3. Seres DS. Nutrition support in the critically ill. *Crit Care Clin.* 2011;27(4):769-778.
 4. Fizez T, Kerklaan D, Mesotten D, Verbruggen S, Wouters PJ, Vanhorebeek I, Debaveye Y, Vlasselaers D, Desmet L, Casaer MP, Garcia Guerra G, Hanot J, Joffe A, Tibboel D, Joosten K, Van den Berghe G. Early versus late parenteral nutrition in critically ill children. *N Engl J Med.* 2016;374(12):1111-1122.
 5. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41 Suppl 2:S1-87.
 6. Sacks GS, Kudsk KA. Maintaining mucosal immunity with parenteral feeding. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2003;6(3):271-277.
 7. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, McCarthy MS, Davanos E,

- Rice TW, Cresci GA, Gervasio JM, Sacks GS, Roberts PR, Compher C. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2016;40(2):159-211.
8. Mehta NM, Skillman HE, Irving SY, Coss-Bu JA, Vermilyea S, Farrington EA, McKeever L, Hall AM, Goday PS, Braunschweig C. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Pediatric Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41(5):706-742.
 9. Kyle UG, Akcan-Arikan A, Silva JC, Goldsworthy M, Shekerdeman LS, Coss-Bu JA. Protein feeding in pediatric acute kidney injury is not associated with a delay in renal recovery. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2020;44(1):123-130.
 10. Pichard C, Schwarz G, Frei A, Kyle U, Jolliet P, Morel P, Romand JA, Sierro C, Leuenberger M. Economic investigation of the use of three-compartment total parenteral nutrition bag: prospective randomized unblinded controlled study. *Clin Nutr.* 2000;19(4):245-251.

11. Braunschweig CL, Levy P, Sheean PM, Wang X. Enteral compared with parenteral nutrition: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2001;74(4):534-542.

Uso de Fármacos en Cuidados Intensivos Pediátricos

Bryan Steven Robalino Luzuriaga

Médico Cirujano por la Universidad Regional
Autónoma de Los Andes UNIANDES

Administración

La administración de medicamentos en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) es un desafío único que requiere un entendimiento profundo de las diferencias fisiológicas y farmacocinéticas entre niños y adultos (1).

Los niños, en particular los neonatos y lactantes, difieren significativamente de los adultos en su capacidad para absorber, distribuir, metabolizar y excretar medicamentos (2). Estas diferencias pueden impactar tanto la eficacia como la toxicidad de los medicamentos utilizados en el entorno de la UCIP (3).

Sedación y analgesia

La sedación y analgesia son fundamentales en el manejo del dolor y la ansiedad en la UCIP. Los opioides, como la morfina y el fentanilo, son comúnmente usados, pero deben ser administrados con precaución debido a los

riesgos de depresión respiratoria y tolerancia (4). La midazolam es frecuentemente utilizada para la sedación, pero también puede causar depresión respiratoria y debe ser utilizada con precaución (5).

Sepsis

La sepsis es una de las principales causas de mortalidad en la UCIP. El uso apropiado de antibióticos es crucial en su manejo. Sin embargo, la resistencia a los antibióticos es una preocupación creciente, y la elección del antibiótico debe basarse en el patrón de resistencia local y en la susceptibilidad del patógeno sospechado (6).

El uso de inotrópicos y vasopresores, como la dopamina y la noradrenalina, es común en niños con insuficiencia cardíaca o shock. Estos medicamentos ayudan a mantener la perfusión de los órganos vitales, pero

pueden tener efectos secundarios significativos, incluyendo arritmias y isquemia miocárdica (7).

Farmacogenética

La farmacogenética es otra consideración importante en la UCIP. La variabilidad genética puede influir en la respuesta de un niño a un medicamento y en su susceptibilidad a los efectos secundarios (11). A medida que crece nuestra comprensión de la genómica, es probable que la farmacogenética juegue un papel cada vez más importante en la optimización del uso de medicamentos en la UCIP.

Finalmente, es crucial el enfoque multidisciplinario en la UCIP, con la farmacia clínica desempeñando un papel vital en el equipo de atención. Los farmacéuticos pueden ayudar a optimizar la terapia con medicamentos, identificar interacciones potenciales y asesorar sobre la dosificación y el monitoreo (12).

Conclusión

En conclusión, la administración de medicamentos en la UCIP es un campo complejo y en constante evolución. Requiere un enfoque cuidadoso y considerado, con un profundo entendimiento de las diferencias farmacocinéticas y farmacodinámicas en los niños, y un compromiso continuo con la investigación para mejorar nuestra comprensión y optimizar los resultados.

Bibliografía

1. Kearns GL, Abdel-Rahman SM, Alander SW, Blowey DL, Leeder JS, Kauffman RE. Developmental pharmacology--drug disposition, action, and therapy in infants and children. *N Engl J Med.* 2003;349(12):1157-1167.
2. Anderson BJ, Holford NH. Mechanism-based concepts of size and maturity in pharmacokinetics. *Annu Rev Pharmacol Toxicol.* 2008;48:303-332.
3. de Wildt SN, Tibboel D, Leeder JS. Drug metabolism for the paediatrician. *Arch Dis Child.* 2014;99(12):1137-1142.

4. Tobias JD. Tolerance, withdrawal, and physical dependency after long-term sedation and analgesia of children in the pediatric intensive care unit. *Crit Care Med.* 2000;28(6):2122-2132.
5. Playfor S, Jenkins I, Boyles C, Choonara I, Davies G, Haywood T, et al. Consensus guidelines on sedation and analgesia in critically ill children. *Intensive Care Med.* 2006;32(8):1125-1136.
6. Weiss SL, Fitzgerald JC, Pappachan J, Wheeler D, Jaramillo-Bustamante JC, Salloo A, et al. Global epidemiology of pediatric severe sepsis: the sepsis prevalence, outcomes, and therapies study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015;191(10):1147-1157.
7. Wernovsky G, Wypij D, Jonas RA, Mayer JE Jr, Hanley FL, Hickey PR, et al. Postoperative course and hemodynamic profile after the arterial switch operation in neonates and infants. A comparison of low-flow cardiopulmonary bypass and circulatory arrest. *Circulation.* 1995;92(8):2226-2235.
8. Goldstein SL, Somers MJ, Baum MA, Symons JM, Brophy PD, Blowey D, et al. Pediatric patients with multi-organ dysfunction syndrome receiving continuous renal replacement therapy. *Kidney Int.* 2005;67(2):653-658.

9. Btaiche IF, Khalidi N. Metabolic complications of parenteral nutrition in adults, part 1. *Am J Health Syst Pharm.* 2004;61(18):1938-1948.
10. Horen B, Montastruc JL, Lapeyre-Mestre M. Adverse drug reactions and off-label drug use in paediatric outpatients. *Br J Clin Pharmacol.* 2002;54(6):665-670.
11. Caudle KE, Thorn CF, Klein TE, Swen JJ, McLeod HL, Diasio RB, Schwab M. Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium guidelines for dihydropyrimidine dehydrogenase genotype and fluoropyrimidine dosing. *Clin Pharmacol Ther.* 2013;94(6):640-645.
12. Buck ML, Wiggins BS, Sesler JM. Involvement of pediatric clinical pharmacists in intensive care: survey of pediatric critical care medicine program directors. *Pediatr Crit Care Med.* 2007;8(5):428-432.

Manejo de la Sedación y Analgesia en Pacientes Pediátricos en Terapia Intensiva

Kerly Elizabeth Culqui Cabascango

Estudiante de Medicina por la Universidad
Regional Autónoma De Los Andes " Uniandes "

Introducción

Los pacientes pediátricos ingresados en la unidad de cuidados intensivos por su condición crítica y potencialmente mortal están sometidos a un entorno sanitario extraño y ruidoso, donde les realizan varios procedimientos invasivos diagnósticos – terapéuticos que generan: dolor, miedo y ansiedad. La percepción a estos estímulos es subjetiva y depende: del tipo de procedimiento, edad del paciente, estado emocional y experiencias previas. (1)

Mediante la administración de analgesia - sedación adecuada y una supervisión constante se puede proporcionar mayor comodidad al paciente, facilitar la atención por parte del personal de salud, evitar el retraso en la recuperación, permitir la adaptación - liberación a la ventilación mecánica, reducir la estancia hospitalaria y los costos. (2)

Definición

Dolor: proviene del latín “*poena*” (pena o castigo), según La Asociación Internacional para el Estudio Del Dolor lo define como: “Una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con, o que se asemeja a un daño tisular real o potencial”. (3) Adicionalmente lo describe como una experiencia personal influenciada por factores bio-psico-sociales (multidimensional), su percepción depende de las ocasiones e intensidad con las que se ha experimentado y no depende únicamente de la actividad neuronal ya que la nocicepción (codificación de estímulos nocivos) es un fenómeno diferente que se desarrolla incluso antes del nacimiento (20-22 semanas de gestación). (4)

Clasificación

- 1. Duración:** agudo, crónico.
- 2. Fisiopatológico**

- **Nociceptivo:** lesión activa (falta de oxigenación, destrucción o inflamación) en los nociceptores por estímulos nocivos (calor, frío, vibración, estiramiento) y/o sustancias químicas. Por la localización de los nociceptores se clasifica en:
 - **Somático:** superficial (piel, mucosa oral y nasal, uretra, ano entre otros) o profundo (huesos, articulaciones, músculos, tejido conectivo)
 - **Visceral:** vísceras (infección, distensión por acumulación de líquido o gas, estiramiento o compresión)
 - **Neuropático:** daño estructural y/o funcional del sistema nervioso periférico o central (alteración metabólica, traumatismo, infeccioso, isquemia, toxico, inmunitario) (5)
3. **Curso:** continuo, intermitente, incidental, irruptor
 4. **Intensidad:** leve, moderado, severo

Analgesia: “ausencia de dolor en respuesta a la estimulación que normalmente sería doloroso (efectos subjetivos)”. Se puede producir un estado de sedación como efecto secundario a la administración de fármacos. (2)

Sedación: disminución de la conciencia con respecto al entorno, dependiendo del grado de sedación se puede mantener los reflejos protectores, la percepción del dolor, permeabilidad de la vía aérea y ventilación espontánea. (6)

Grados de sedación

	Sedación mínima, ansiolisis	Sedación moderada /analgesia (sedación consciente)	Sedación profunda/ analgesia	Anestesia general
Respuesta	Normal a la estimulación verbal	Desencadenada por estimulación verbal o táctil	Desencadenada por estimulación dolorosa repetida	No despierta, no responde pese a los estímulos dolorosos
Vía aérea	No afectada	No requiere intervención	Puede requerirse maniobras	Se requiere intervención

			intervención para mantenerla	(maniobras) para mantenerla
Ventilación espontánea	No afectada	Adecuada	Puede ser inadecuada	Frecuentemente inadecuada
Función cardiovascular	No afectada	Mantenida usualmente	Usualmente se mantiene	Puede estar alterada
Guía para el manejo de la sedoanalgesia en el hospital general de México “Dr. Eduardo Liceaga” (2015)				

Manejo del dolor

Evaluación sistemática y rutinaria

- Supervisión periódica del paciente (edad, antecedentes, tipo de procedimiento, tiempo de estadía) por lo menos tres veces al día, identificando signos de dolor mediante la utilización de escalas, con relacionándolo con las indicaciones médicas.

Minimizar los estímulos dolorosos innecesarios

- Medidas no farmacológicas: lactancia materna, método canguro-contacto piel con piel, succión no

nutritiva, contención, técnicas de distracción (música, olores, tacto, voz), ambiente tranquilo (4)

- Información clara y precisa a los tutores sobre los procedimientos a realizar.

Prevenir / reducir el dolor agudo

- Médicas farmacológicas: es necesario conocimiento de los analgésicos (posología, contraindicaciones, vías de administración, intervalos, efectos secundarios, reacciones adversas)

Protocolos/ guías estandarizadas abordaje y manejo del dolor

Evaluación del dolor

La incapacidad de comunicación verbal en: neonatos, lactantes, niños pequeños, intubados o con trastornos del estado de conciencia, es uno de los mayores desafíos en la evaluación del dolor al ser una experiencia subjetiva,

por lo tanto, se ha tratado de identificar algunas manifestaciones objetivas como:

- **Indicadores fisiológicos:** taquicardia, aumento de la presión arterial, taquipnea, dilatación pupilar, aumento del tono muscular, sudoración (baja sensibilidad y especificidad)
- **Señales de comportamiento:**
 - Verbales: descripción oral haciendo referencia a la intensidad, características y ubicación del dolor, se puede acompañar de quejidos y/o llanto.
 - No verbales: facie dolorosa, adopta posición antiálgica, disminución de la actividad motora.

Sin embargo, se han catalogado como poco confiables ya que pueden estar ausentes o limitadas dependiendo del estado general del paciente. (7)

El estándar de atención para la valoración de estos pacientes es el empleo de escalas para lo cual es recomendable que el observador posea una amplia

experiencia ayudando a identificar la presencia e intensidad de dolor y la respuesta a la analgesia con mayor precisión.

Escala	Edad	Tipo de medición y elementos empleados	Indicación	Puntuación	Percepción de cuidadores / autoinforme
Observación de comportamiento					
Dolor agitación y sedación neonatal (N-PASS)	< de 3 años	<ul style="list-style-type: none"> - Llanto irritabilidad - Estado basal - Expresión facial - Tono muscular en extremidades superiores e inferiores - Signos vitales: FC y saturación de oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor agudo/prolongado • Procedimientos en pacientes sometidos a ventilación mecánica • Dolor postoperatorio • Nivel de sedación 	Max=10 Prematuros (< 30) = 11 Medidas farmacológicas Analgesia: ≥ 3 Sedación Leve: -5 a -2 Profunda: -10 a -5	Percepción de cuidadores
Dolor infantil (NIPS)		<ul style="list-style-type: none"> - Expresión facial - Llanto - Patrón respiratorio - Movimientos de extremidades superiores - Movimientos de extremidades inferiores - Estado de vigilia 	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor agudo • Dolor prolongado 	Dolor 0-2 no dolor /dolor leve 3-4 dolor leve-moderado > 4 dolor severo	
CRIS		<ul style="list-style-type: none"> - Llanto - FIO2 para SAT O2 - Frecuencia cardíaca / tensión arterial - Expresión - Período de sueño 	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor postoperatorio 	Mayor puntuación mayor dolor Analgesia: ≥ 5	
FLACC		> 1 MES Y NIÑOS DE <4 AÑOS	<ul style="list-style-type: none"> - Cara - Piernas - Actividad - Llanto - Capacidad de consuelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor postoperatorio (disminución cognitiva) • Dolor postraumático - ecológico 	
Sedoanalgesia en las unidades neonatales (2021). https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.10.007 (modificado)					

Wong-Baker FACES	3 a 7 años/ colaboradores	Señales no verbales Representación del dolor en dibujos que representan caras con facies dolorosas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dolor postoperatorio ▪ Dolor agudo 	0: no dolor Leve:1-2 Moderado:3-5 Intenso: 6-8 inimagineable: 9-10	Percepción de cuidados y Autoinforme
Bieri Faces Pain Scale Revised (FPS-R)			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dolor postoperatorio ▪ Dolor agudo 	0: no dolor 2-4: leve 6: moderado 8: intenso 10: peor dolor	
Cuantificación numérica (NRS)	A partir de los 8 años	Recta numérica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dolor postoperatorio ▪ Dolor agudo 	0: no dolor 1-4: leve 5: moderado 6-9: intenso 10: peor dolor	Autoinforme
Current State of Analgesia and Sedation in the Pediatric Intensive Care Unit (2021) https://doi.org/10.3390/jcm10091847 (modificado)					

1. Analgesia sistémica

1.1 Opioides

Indicados en dolor intenso perioperatorio y nociceptivo

Receptores opiáceos:

- **Mu (μ):** analgesia, euforia, miosis, depresión respiratoria),
- **Kappa (κ):** analgesia espinal
- **Sigma (σ):** disforia, estimulación respiratoria y vasomotora y alucinaciones
- **Delta (Δ):** efectos poco claros

Efectos adversos

- Náusea, vómito, prurito, retención urinaria, depresión respiratoria (dosis dependiente y riesgo elevado en la administración conjunta con benzodiazepinas), sedación, dependencia, tolerancia, abstinencia (exposición prolongada ≥ 7 días requiere de suspensión paulatina)

Antídoto: NALOXONA

1.1.1 Morfina

Único opioide hidrofílico

Efecto máximo en 10-20min; duración de 2-4h.

Metabolización: hepática (glucuronidación);

metabolito activo: morfina-6-glucurónido

Excreción: renal

Precaución: insuficiencia renal ajuste en la dosificación

Recomendación: la dosificación depende de la edad del paciente, es necesaria la corrección de dosis en prematuros y neonatos debido a la inmadurez hepática y renal ya que puede provocar insuficiencia respiratoria por acumulación de metabolito activo.

1.1.2 Fentanilo

Lipofílico y liposoluble, más potente que la morfina.

Inicio de acción: menos 1 a 2 min (rápido);
duración 60min (dosis intermitentes)

Metabolito activo: norfentanilo (provoca liberación de histamina)

Efectos adversos: Disminuye la frecuencia cardíaca, riesgo de rigidez de pared torácica (+5mcg/kg) insuficiencia respiratoria

Indicado: intubación y laringoscopia

1.1.3 Remifentanilo

Equipotente al fentanilo

Vida media ultracorta 3-4min

Metabolismo: esterasas plasmáticas

Indicado: pacientes con riesgo de acumulación de metabolitos activos (disfunción renal y hepática), realización de exámenes (fluctuación hemodinámica mínima)

Efectos adversos: depresión respiratoria y miocárdica

No se ha demostrado un riesgo elevado de tolerancia o hiperalgesia inducida por opioides.

(7)

1.1.4 Metadona

Agonista opioide sintético del receptor mu

Inicio de acción: rápido (IV:5-10min/ O: 30-60min); duración 4-24h.

Indicado: destete de opioides (reduce riesgo de síndrome de abstinencia por opioides)

Efectos adversos: arritmias potencialmente mortales (prolongación del intervalo QT corregido) (7)

Opioide	Intensidad dolor	Edad	Vía de administración /Dosis	Antídoto
Morfina	M-S	0-18a	IV/SC: 25-100 µg/kg cada 3-4h IN: 10-40 µg/kg-1 h	NALOXONA Reversión parcial 1-2 µg/kg IV y repetir

Fentanilo		0-18a	IV: 1–2 µg/kg – bolo único (PRN) IN: 0,5–2 µg /kg–1h TTS (> 2a): 12 µg cada 72 horas	cada 2-3 minutos. Reversión completa 10-20 µg/kg por vía intravenos a y repetir cada 2-3
Sufentanil o		0-18a	IV: 0,5–1 µg /kg bolo único (PRN) IN: 0,05–0,15 µg/ kg	minutos (depresión respiratori a) Efectos secundari os:
Tramadol		> 1 a	IV: 1–1,5 mg/ kg cada 4-6h. Max: 400mg IN: 0,07–0,25 mg /kg/h	agitación, dolor, náuseas, vómitos, edema agudo de pulmón, hipertensi ón
Oxicodon a		> 12a	IV/O: 0,05–0,15 mg/ kg cada 3-4h	pulmonar y arritmias Manteni miento:
Nalbufina		> 18 meses	IV: 0,1–0,2 mg /kg cada 3-6 h Bolo: 0,2 mg/ kg IN: 0,05–0,1 mg /kg/h	2-10 µg/kg/h (prurito intenso, vómitos, incoercibl es). Puede interferir

Buprenor fina		> 1 a	SUBL: 0,2–0,4 mg > 12 años; 0,1–0,3 mg de 6 a 12 años cada 6 a 8 h IV: 0,3–0,6 mg > 12 años 3–6 µg/kg (máx. 9 µg/kg pc) 1–12 años TTS: 35 µg cada 96h	con la analgesia dosis superiores a: 2 µg/kg/h
L: leve M: moderado S: severo a: años IV: intravenosa SC: subcutáneo TTS: sistema terapéutico transdérmico O: oral SUBL: sublingual R: rectal PRN: si fuera necesario IN: infusión Max: dosis máxima RN: recién nacidos				
Cettler M, Zielińska M, Rosada-Kurasińska J, Kubica-Cielińska A, Jarosz K, Bartkowska Śniatkowska A. Guidelines for treatment of acute pain in children – the consensus statement of				

the Section of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Therapy of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy. *Anaesthesiology Intensive Therapy*. 2022;54(3):197-218. doi:10.5114/ait.2022.118972. (modificado)

1.2. No opioides

1.2.1 Paracetamol

Analgésico: Dolor leve a moderado/ antipirético

Inicio de acción: 5 min

Acción central derivado del p-aminofenol

Metabolismo: hepático (glucuronidación, oxidación y sulfatación)

(Acetaminofén): no afecta la función plaquetaria, renal, gastrointestinal, respiratorio, cardiovascular

1.2.2 Metamizol

Analgésico: dolor leve a moderado sin componente inflamatorio (cólico: digestivo-genitourinario), ante el fracaso del paracetamol/ antipirético

Estricto control clínico en niños menores 1 año, uso no recomendado en menores de 3 meses o menos de 5kg de peso.

Fármaco	Intensidad	Vía de administración /Dosis
Paracetamol (acetaminofén)	L - M	Intervalos: Cada 4-6 horas Según el peso < 5 kg (RN) IV: 7,5 - 30 mg/kg O: 7,5 – 10 mg/kg; max: 40mg/kg R: 15 - 60 mg/kg;
		5 – 10 kg IV: 10 – 40mg/kg O: 10 – 15 mg/kg; max: 40-60 mg/kg R: 15-20 mg/kg; max: 60-90 mg/kg
		10 – 50 kg IV: 15mg/kg; max: 60 mg/kg O: 15mg/kg; max: 60-60mg/kg R: 20-40 mg/kg; max: 80 -160mg/kg
		> 50 kg IV: 1gr; Max: 4-5gr O: 1 gr; Max: 4-5gr

Metamizol	< 10 (a partir de 3 meses)	IV: 8-15 mg kg cada 6 a 8 horas; max: 40-60 mg kg O: 8-15 mg kg cada 6 horas; max: 40-60 mg/kg
	10-50kg	IV: 10-15 mg kg cada 6 h; max:60mg/kg O: 10-15mg/kg cada 6h; max: 60mg/kg
	> 50 kg	IV: 1gr cada 6-8h; máx.: 4gr IN: 2,5 mg/kg; max: 60mg/kg O: 1gr cada 6-8h; max:4gr
Cettler M, Zielińska M, Rosada-Kurasińska J, Kubica-Cielińska A, Jarosz K, Bartkowska Śniatkowska A. Guidelines for treatment of acute pain in children – the consensus statement of the Section of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Therapy of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy. <i>Anaesthesiology Intensive Therapy</i> . 2022;54(3):197-218. doi:10.5114/ait.2022.118972 (modificado)		

1.2.3 Antiinflamatorios no esteroideos (AINE)

Analgésico/ antiinflamatorio/ antipirético

Inhiben la producción de prostaglandinas

- COX1: regula la agregación plaquetaria, vasodilatación (arteriolas aferentes/ riñón), protección de la mucosa gástrica
- COX2: se eleva en procesos inflamatorios en: cerebro, riñones, huesos, aparato reproductor femenino.

Se clasifican en:

- No selectivos (COX-1/COX-2): ibuprofeno, ketorolaco, naproxeno, ácido acetilsalicílico. Ampliamente utilizados en UCIP.
- Selectivos (COX-2): celecoxib

Dolor moderado de origen inflamatorio

Metabolismo: hepático

Excreción: renal

Precaución: pacientes con insuficiencia renal aguda, hemorragia posquirúrgica y toxicidad gastrointestinal

AINE	Edad	Vía de administración
Ibuprofeno	> 3 meses	O/R/IV: 5-10mg/Kg cada 6-8h; máx.: 20-30mg/kg
Diclofenaco	> 1 a	O/R: 0,5-3mg/kg cada 8h; máx.: 3-9mg/kg
Naproxeno	> 3 a	O/R: 5-7,5 mg/kg cada 12h; máx.: 10-15mg/kg
Nimesulida	> 12 a	O/IV: 1mg/kg cada 8 h; máx.: 2mg/kg
Ketoprofeno	> 15 a	O/IV: 1mg/kg cada 8h; max: 3mg/kg
Cettler M, Zielińska M, Rosada-Kurasińska J, Kubica-Cielińska A, Jarosz K, Bartkowska Śniatkowska A. Guidelines for treatment of acute pain in children – the consensus statement of the Section of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Therapy of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy. <i>Anaesthesiology Intensive Therapy</i> . 2022;54(3):197-218. doi:10.5114/ait.2022.118972 (modificado)		

Manejo del dolor multimodal

Consiste en la combinación de analgésicos (opiáceos - no opiáceos, anestesia local - regional) ya que a mayor dosis se produce el denominado efecto techo: “techo analgésico: a partir de determinada dosis no existe mayor analgesia y si efectos secundarios” (8)

1.2.4 Ketamina

Antagonista N-metil – D-aspartato (NMDA),
sensibilización central

Terapia combinada con opiáceos

- Dosis: 0,1 a 0,3 mg kg (bolo) cada 30-60min;
Infusión: 0,06 a 0,12 mg /kg/ h

1.2.5 Agonistas alfa 2

Resulta de la estimulación receptores adrenérgicos α_2 (medula espinal, región supra espinal)

Reducen el consumo de opioides (perioperatorio)

- **Dexmedetomidina:**
 - más eficaz

- Reduce los requerimientos de medicación de rescate (analgesia, antiemética)
- Efecto neuroprotector (no induce neuroapoptosis) y disminuye la neurotoxicidad (4)

- **Clonidina:**

Adyuvante analgésico (AINE), efectos antinociceptivos (ketamina, opioides, anestésicos locales)

Dosis: 0,3 y 1 μg /kg (bolo) ; Infusión: 0,3 a 0,7 μg /kg/h

Indicado: amigdalectomía, cirugía oftalmológica

- Gabapentina, pregabalina: 10mg/kg

Catéteres para nervios periféricos y neuroaxiales

- Anestesia regional + anestesia general= reducción de la cantidad de opioides y anestésicos inhalados

Sedación

Sedación óptima “no demasiado profunda ni demasiado ligera”

Objetivo: Trabajo respiratorio sincronizado (nativo / ventilador).

Sedación insuficiente: desplazamiento de acceso intravascular y catéteres, extubación no planificada y lesiones al paciente o al personal.

Sedación excesiva: inestabilidad hemodinámica, depresión respiratoria, intubación prolongada, pérdida de masa muscular, delirio, deterioro cognitivo, tolerancia, abstinencia y complicaciones adquiridas en UCIP.

- Naloxona y flumazenil: revertir depresión respiratoria y sobredosificación (opioides + benzodiazepinas)

Evaluación de sedación

Escala conductual estatal (SBS)

Niños en ventilación mecánica/ edad pediátrica

- Impulso respiratorio
- Respuesta a la ventilación
- Tos

- Mejor respuesta a la estimulación
- Atención al proveedor de atención,
- Tolerancia a la atención
- Comodidad
- Movimiento después de ser consolado

Puntuación: -3: no responde a +2: agitado

Se complementa con evaluación del dolor cada 4 horas

Escala COMFORT

Escala de observación

Parámetros fisiológicos (validez limitada)

- Frecuencia cardiaca
- Tensión arterial

Parámetros conductuales

- Nivel de conciencia
- Respuesta respiratoria
- Tono muscular
- Calma – agitación

- Movimientos físicos
- Tensión facial

Puntuación: 8 – 10 (sedación muy profunda);
10-17 (sedación profunda); 18-26 (superficial);
27-40 (no sedación)

Escala conductual COMFORT-B

Parámetros valorados (parámetros fisiológicos descartados)

- Nivel de conciencia
- Respuesta respiratoria
- Tono muscular
- Calma – agitación
- Movimientos físicos
- Tensión facial
- Respuesta respiratoria en pacientes sin ventilación mecánica

Puntuaciones: 6-8 (sedación muy profunda/
sobresedación); 9-10 (sedación profunda); 11-22

(superficial/ indeterminada); 23-30 (agitación/ infrasedación)

No predicen la profundidad adecuada de la sedación

Escala de sedación y agitación de Richmond (RASS)

Utilizada para adultos y niños (intubados y no intubados) (9)

Diagnóstico (inicial) de delirium

Discrimina 10 estados de sedación – agitación

- Sedación (5): -1 a -5 (-5: no responde; -4: sedación profunda; -3: sedación moderada; -2: sedación leve; -1 somnoliento)
- Agitación (4): (+1 inquieto, +2 agitado, +3 muy agitado y + 4 combativo)
- “estado de alerta y calma = 0”

Imposibilidad de ser utilizadas en niños con bloqueo neuromuscular se precisa l utilización de monitor Bispectral Index (BIS)

2. Sedantes

2.1 Benzodiazepinas

Relajantes musculares, anticonvulsivos, amnésicos e hipnóticos

Receptor del ácido gamma aminobutírico (GABA)-A, reduce la excitabilidad de las neuronas produce un efecto calmante

Efecto adverso: depresor respiratorio y miocardio, hipotensión

2.1.1 Midazolam

Acción corta

Vía de administración:

- Oral: 0,25-0,5 mg/kg; inicio de acción: 10-30 min. Máximo 20 mg.
- Rectal: 0,5-1 mg/kg; inicio de acción: 10-30 min
- Intramuscular: 0,1 -0,2 mg/kg; inicio de acción: 5-10 min
- Intranasal: 0,2-0,4 mg/kg

- Intravenoso: 1-3 min, duración 45-60 min; bolo 0,05 a 0,1 mg/kg dosis única (Max. 5mg por dosis), infusión de mantenimiento 0,05 a 0,1 mg/kg

Metabolismo: hepático

Excreción: renal

Efectos adversos: tolerancia, dependencia y abstinencia

2.1.2 Lorazepam

Antiepilépticas y ansiolíticas

Vía de administración: IM, IV: 0.05-0,1 mg/kg dosis única; (máx.: 4mg) / Oral: 0,05 mg/kg (máximo de 2 mg por dosis)

Efectos adversos: acidosis metabólica y disfunción renal

Destete infusión de midazolam

2.1.3 Diazepam

Ansiolítico, relajante muscular y antiepiléptico

Inicio de acción: 4-5 min, duración 60-120 min

Vía de administración: R: 0,3-0,5 mg/kg , IV: 0,1-0,2 mg/kg

Metabolismo: hepático

Efectos adversos: flebitis

Precaución: en pacientes con insuficiencia renal

2.2 Barbitúricos

Antiepilépticas

Agonismo de GABA

Controlar la hipertensión intracraneal

Efectos adversos: depresión respiratoria e hipotensión, abstinencia

2.2.1 Tiopental sodio

Acción corta

Intubación neuro protectora

Inicio de acción: 1-2 min; duración: 30min

Dosis: depende de la edad (lactantes 5-8 mg/kg); R:

25 mg/kg

Metabolismo: hepático (hidroxilación y oxidación)

2.2.2 Pentobarbital

Acción prolongada

Indicado en: estado epiléptico y el tratamiento de la hipertensión intracraneal refractaria después de una lesión cerebral traumática grave

Vía de administración: IV: 1-3 mg/kg (se puede repetir hasta 6 mg/kg); IM: 2-5 mg/kg; O:2-3 mg/kg

Inicio de acción: (IV):5 min; duración: >6 h

Metabolismo: hepático (hidroxilación y glucuronidación)

2.2.3 Hidrato cloral

Hipnótico, sedante y ansiolítico

Puedo producir efecto paradójico

Inicio de acción: 15-120min (lento). Dosis y vía de administración: Oral (restringido por mal sabor/R: 25 -100 mg/kg

Uso limitado a inducción de sueño (realización de pruebas) (10)

2.3 Agonista alfa

Monoterapia o coadyuvante (sedantes, opiáceos o benzodiazepina)

Hipnótico sedante (inhibición de la liberación de norepinefrina de los receptores noradrenérgicos en el área del locus ceruleus del tronco encefálico)

Indicado: extubación de niños con sedantes prolongados

Efecto secundario: bradicardia, bradiarritmia e hipotensión (autolimita)

2.3.1 Clonidina

Dosis: 4-5 mcg/kg

Vía de administración

- Oral
- Intravenosos: bolo 1-3 mcg/kg (tasa de infusión: 1mcg/kg)

- Transdérmico: 0,1 mg cada 24 horas cambio semanal
- Epidural: 1-2 mcg/kg

Metabolismo hepático (50%)

Excreción: renal y digestiva

Indicado: destete de infusión prolongada de Dexmedetomidina y opiáceos

2.3.2 Dexmedetomidina

Efecto sedante

Vía de administración: intravenoso

Metabolismo: hepático (glucuronidación y oxidación)

Beneficios: disminuye el tiempo de ventilación mecánica y extubación, reduce el requerimiento de Propofol

Indicado: sedación para endoscopia

2.4 Otros anestésicos

2.4.1 Propofol

Anestésico, con propiedades antieméticas y eufóricas

agonista de GABA, lipofílico

Inicio de acción: 1 a 2 min (rápido); duración: 2 a 8 min (corta)

Dosis: bolo 0,5 a 1 mg/kg (velocidad de infusión de 1 a 3 mg/kg/h.)

Metabolismo: hepático (glucuronidación e hidroxilación)

Efectos adversos: dolor a la inyección, vasodilatación, hipotensión, puede acompañarse de bradicardia, depresión respiratoria, apnea, hipertrigliceridemia y pancreatitis, síndrome de infusión de Propofol - PRIS (tasa de infusión prolongada >4 a 5 mg/kg/h) manifestándose con: acidemia láctica, rabdomiólisis, arritmias, paro cardíaco y una alta tasa de mortalidad (7)

2.4.2 Ketamina

Analgésico y sedante (adyuvante, terapia analgésica multimodal)

Inicio de acción: 1 min (rápido); duración de 5-10min

Metabolismo: hepático (metabolito activo: norketamina)

Excreción: renal

Beneficios: preserva los reflejos laríngeos (respiración espontánea), broncodilatador (crisis asmática)

Efectos adversos: sialorrea, delirio, desorientación, alucinaciones y agresividad

2.4.3 Antihistamínicos

Primera generación (sedante): prometazina, trimeprazina y difenhidramina

Acción: antidopaminérgicas y anticolinérgicas

Receptores: histamínicos, serotoninérgicos y colinérgicos

Efectos: (SNC) hipnosis, sedación, antiémesis y excitación paradójica

Indicado: agitación aguda y delirio (terapia de complemento)

2.4.4 Antipsicóticos

Primera generación: haloperidol (IV) y clorpromazina,

Antagonismo dopaminérgico D2

Efectos adversos: hipotensión ortostática, síntomas extrapiramidales (SEP): rigidez muscular, temblor generalizado o localizado, efectos anticolinérgicos (sequedad en boca, visión borrosa, retención urinaria, estreñimiento, taquicardia)

Segunda generación: risperidona, quetiapina (delirio) y olanzapina

Efectos adversos: menor tasa de SEP y discinesia tardía, aumento de peso, dislipidemia, efectos anticolinérgicos

Analgésicos		Sedación
No opioides	Opioides	Benzodiazepinas
<p>Acción antipirética</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paracetamol ▪ Metamizol <p>AINE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morfina ▪ Fentanilo ▪ Remifentanilo ▪ Codeína ▪ Metadona 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Midazolam ▪ Lorazepam ▪ Diazepam <p>Barbitúricos</p>

<p>No Selectivos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ácido acetilsalicílico ▪ Ibuprofeno ▪ Diclofenaco ▪ Ketorolaco ▪ Ketoprofeno <p>Selectivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tramadol ▪ Meperidina <p>Antagonismo de opioides: Naloxona (antídoto)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiopental sódico ▪ Pentobarbital <p>Agonistas alfa</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Clonidina ▪ Dexmedetomidina <p>Otros anestésicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Propofol ▪ Ketamina ▪ Antihistamínicos ▪ Antipsicóticos
---	---	--

Bibliografía

1. Cettler M, Zielinska M, Rosada-Kurasińska J, Kubica-Cielinska A, Jarosz K, Bartkowska-Śniatkowska A. Guidelines for treatment of acute pain in children – the consensus statement of the Section of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Therapy of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy. *Anaesthesiology Intensive Therapy*. 2022; 54(3): p. 197-218.
2. Francisco FC. Sedoanalgesia en UCIP. *Sociedad y Fundación española de Cuidados Intensivos Pediátricos*. 2021; 1: p. 211-32.
3. Boyd , Butler , Carr , Cohen M, Devor , Dworkin R, et al. International Association For The Study of Pain. [Online].; 2020. Acceso 11 de Mayo de 2023. Disponible en: <https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/>.

4. Espinosa G, González N, Sánchez MD, Cernada M, Martín A, Pérez A, et al. Sedoanalgesia en las unidades neonatales. *Anales de Pediatría*. 2021; 95(2): p. 126.
5. Fernandez E, Román C. Sociedad Latino Americana De cuidados Intensivos Pediatricos. [Online].; 2016. Acceso 11 de Mayo de 2023. Disponible en: <https://slacip.org/slacip2/3d-flip-book/6-2-sedacion/>.
6. Cinquegrani K, Podesta F. Normas de Sedación - Analgesia en UTIP. Protocolo de Sedoanagesia. Buenos Aires: Hospital El Cruce, DR. Nestor Carlos Kirchner, Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica.2.
7. Egbuta C, Mason P. Current State of Analgesia and Sedation in the Pediatric Intensive Care Unit. *J Clin Med*. 2021; 10.
8. Duce Tello S, Rollán Arribas B, Lopez Martinez E, Camarasa Perez J. Terapéutica en Atención Primaria. Uso de los opioides en pacientes con dolor oncológico. *SEMERGEN*. 2007; 33(10).
9. Santiago Mencía Bartolomé S, Tapia Moreno. ESCALAS DE SEDOANALGESIA. En: Protocolo; 2020 p. 29.
10. Facultad de Medicina Universidad de Chile. Uchile.cl. [Online] Acceso 10 de mayo de 2023. Disponible en: <https://sintesis.med.uchile.cl/index.php/component/content/article/101-manual-de-urgencias/1943-sedoanalgesia-en-pediatria?Itemid=101>.
11. Tobar E, Rojas , Alvarez E, Romero , Sepúlveda , Cariqueo , et al. RECOMENDACIONES SOCHIMI EN ANALGESIA, SEDACIÓN, DELÍRIUM Y BLOQUEONEUROMUSCULAR EN PACIENTES CRÍTICOS. *Revista Chilena de Medicina Intensiva*. 2023.
12. De La Oliva P, Cambra-Lasaosa F, Quintana-Díaz , Rey-Galán , Sánchez-Díaz J, Martín-Delgado C, et al. Guías de ingreso, alta y triage para las unidades de cuidados intensivos pediátricos en España. *Anales de pediatría*. 2018; 88(5): p. 287.

13. ministerio de salud publica. Guía de Sedoanalgesia para procediminetos de urgencia en niños fuera de block quirurgico. En: ; 2021 p. 21.

Tratamiento de las Arritmias en Pacientes Pediátricos en Cuidados Intensivos

Andrea Paola Robalino Luzuriaga

Médico Cirujano en UNIANDES

Especialista en Medicina Familiar por la Pontificia
Universidad Católica - Sede Quito PUCE

Magíster en Gerencia Hospitalaria en Universidad
Hemisferios

Médico Especialista en Medicina Familiar MSP
distrito 05D01

Introducción

Las arritmias cardíacas son alteraciones en la frecuencia, el ritmo o la conducción eléctrica del corazón. Aunque muchas arritmias son benignas, otras pueden ser potencialmente mortales y requerir intervenciones inmediatas y apropiadas en el ámbito de cuidados intensivos pediátricos (1). Este capítulo está diseñado para orientar a médicos generales y demás personal de salud del área crítica en el tratamiento de las arritmias en pacientes pediátricos.

Tabla 1: Clasificación de las arritmias en pediatría

Tipo de arritmia	Subtipo	Descripción
Arritmias supraventriculares	Taquicardia supraventricular (TSV)	Taquicardia de origen en las aurículas o en el nódulo auriculoventricular (AV).
	Fibrilación auricular (FA)	Ritmo cardíaco irregular y rápido debido a la contracción

		descoordinada de las aurículas.
	Aleteo auricular	Ritmo cardíaco regular y rápido debido a la contracción rápida y organizada de las aurículas.
	Taquicardia auricular ectópica	Taquicardia originada en un foco auricular diferente al nódulo sinusal.
Arritmias ventriculares	Taquicardia ventricular (TV)	Taquicardia originada en los ventrículos, puede ser monomórfica o polimórfica.
	Fibrilación ventricular (FV)	Contracción rápida y desorganizada de los ventrículos que puede llevar a paro cardíaco.
	Taquicardia ventricular sin pulso (TVSP)	Taquicardia ventricular rápida sin perfusión efectiva, requiere reanimación cardiopulmonar.
Trastornos de la conducción	Bloqueo AV de primer grado	Retraso en la conducción desde las aurículas a los

		ventrículos, pero todos los impulsos son conducidos.
	Bloqueo AV de segundo grado tipo I (Wenckebach)	Progresivo alargamiento del intervalo PR hasta que un impulso no es conducido al ventrículo.
	Bloqueo AV de segundo grado tipo II (Mobitz)	Bloqueo intermitente de impulsos auriculares sin alargamiento progresivo del intervalo PR.
	Bloqueo AV de tercer grado (bloqueo completo)	Ausencia de conducción de impulsos auriculares a los ventrículos, ritmos auricular y ventricular independientes.

Esta tabla presenta una clasificación general de las arritmias en pediatría, incluyendo arritmias supraventriculares, arritmias ventriculares y trastornos de la conducción. Cada subtipo se describe brevemente para

facilitar la identificación y el manejo en el entorno de cuidados intensivos pediátricos.

1. Evaluación inicial

El primer paso en el tratamiento de una arritmia es identificar y evaluar su impacto en la estabilidad clínica del paciente. Para ello, es fundamental obtener un electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones y, en casos de inestabilidad hemodinámica, un ECG de superficie en tiempo real (2). Además, se deben monitorear continuamente la presión arterial, la saturación de oxígeno y el estado de conciencia del paciente (3).

Tabla 2: Evaluación inicial de arritmias en pacientes pediátricos en cuidados intensivos

Paso de Evaluación	Descripción
1. Historia clínica	Recopilar información sobre síntomas, factores desencadenantes y

	antecedentes personales y familiares.
2. Examen físico	Evaluar signos vitales, estado de conciencia y búsqueda de signos asociados a enfermedades cardíacas.
3. ECG de 12 derivaciones	Obtener un ECG de 12 derivaciones para identificar el tipo de arritmia y posibles anomalías subyacentes.
4. ECG de superficie en tiempo real	En casos de inestabilidad hemodinámica, obtener un ECG de superficie en tiempo real para un seguimiento continuo.
5. Monitoreo de signos vitales	Monitorear de forma continua la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno y el estado de conciencia del paciente.
6. Laboratorio e imagenología	Obtener pruebas de laboratorio relevantes (por ejemplo, electrolitos, biomarcadores cardíacos) y estudios de imagen (por ejemplo, ecocardiografía) según sea necesario para evaluar la

	función cardíaca y posibles causas subyacentes.
--	---

Esta tabla resume los pasos clave en la evaluación inicial de arritmias en pacientes pediátricos en cuidados intensivos. Estos pasos son esenciales para identificar la arritmia, determinar su impacto en la estabilidad clínica del paciente y guiar el tratamiento apropiado.

2. Tratamiento de arritmias supraventriculares

2.1 Taquicardia supraventricular (TSV)

La TSV es una taquicardia de origen en las aurículas o en el nódulo auriculoventricular (AV). El tratamiento inicial para la TSV en pacientes hemodinámicamente estables incluye maniobras vagales, como el masaje del seno carotídeo o la maniobra de Valsalva modificada (4). Si no se resuelve con maniobras vagales, se puede administrar adenosina por vía intravenosa en dosis de 0,1 mg/kg, con un máximo de 6 mg (5). En casos de

inestabilidad hemodinámica, se debe considerar la cardioversión eléctrica sincronizada (6).

2.2 Fibrilación auricular (FA)

La FA en niños es poco frecuente y suele ser secundaria a cardiopatías congénitas o a otras enfermedades sistémicas. El objetivo del tratamiento es controlar la frecuencia ventricular y restaurar el ritmo sinusal. Los fármacos antiarrítmicos de primera línea incluyen beta-bloqueadores, como el propranolol (7), y bloqueadores del canal de calcio, como el verapamilo (8). En casos refractarios, se puede considerar la amiodarona (9).

Tabla 3: Manejo de las arritmias supraventriculares en pacientes pediátricos en cuidados intensivos

Arritmia supraventricular	Intervención	Descripción y dosificación
---------------------------	--------------	----------------------------

<p>Taquicardia supraventricular (TSV)</p>	<p>1. Maniobras vagales</p>	<p>Masaje del seno carotídeo o maniobra de Valsalva modificada en pacientes estables.</p>
	<p>2. Terapia farmacológica (Adenosina)</p>	<p>Administrar por vía intravenosa en dosis de 0,1 mg/kg, con un máximo de 6 mg.</p>
	<p>3. Terapia farmacológica (refractaria)</p>	<p>Otros antiarrítmicos (por ejemplo, beta-bloqueadores, bloqueadores del canal de calcio).</p>
	<p>4. Cardioversión eléctrica</p>	<p>Realizar en casos de inestabilidad hemodinámica o TSV refractaria a tratamiento farmacológico.</p>
<p>Fibrilación auricular (FA)</p>	<p>1. Control de la frecuencia cardíaca</p>	<p>Beta-bloqueadores, bloqueadores del canal de calcio, digoxina.</p>
	<p>2. Control del ritmo cardíaco</p>	<p>Amiodarona, propafenona, sotalol, flecainida (según perfil del paciente y disponibilidad).</p>

	3. Anticoagulación (según riesgo de embolia)	Heparina de bajo peso molecular, warfarina o nuevos anticoagulantes orales (NOAC).
Aleteo auricular	1. Control de la frecuencia cardíaca	Beta-bloqueadores, bloqueadores del canal de calcio, digoxina.
	2. Control del ritmo cardíaco	Amiodarona, propafenona, sotalol, flecainida (según perfil del paciente y disponibilidad).
	3. Cardioversión eléctrica (si es necesario)	En casos de inestabilidad hemodinámica o aleteo auricular refractario a tratamiento farmacológico.
Taquicardia auricular ectópica	1. Tratamiento de la causa subyacente (si se identifica)	Corregir factores desencadenantes o tratar enfermedades concomitantes.
	2. Terapia farmacológica (según caso)	Beta-bloqueadores, bloqueadores del canal de calcio, amiodarona.

Esta tabla presenta un resumen del manejo de las arritmias supraventriculares en pacientes pediátricos en cuidados intensivos. Cada tipo de arritmia supraventricular se aborda con una combinación de intervenciones, como maniobras vagales, terapia farmacológica y cardioversión eléctrica. El manejo específico puede variar según la arritmia y la estabilidad hemodinámica del paciente.

3. Tratamiento de arritmias ventriculares

3.1 Taquicardia ventricular (TV)

La TV es una arritmia potencialmente letal y, por lo tanto, requiere una intervención rápida. Si el paciente está inestable, se debe realizar una cardioversión eléctrica inmediata (10). En pacientes estables, se pueden utilizar antiarrítmicos como amiodarona o lidocaína (11).

3.2 Fibrilación ventricular (FV) y taquicardia ventricular sin pulso (TVSP)

La FV y la TVSP son arritmias letales que requieren reanimación cardiopulmonar (RCP) inmediata y desfibrilación temprana (12). Se debe administrar adrenalina cada 3-5 minutos durante la RCP y considerar el uso de antiarrítmicos como amiodarona o lidocaína si la desfibrilación inicial no es exitosa (13).

Tabla 4: Manejo de las arritmias ventriculares en pacientes pediátricos en cuidados intensivos

Arritmia ventricular	Intervención	Descripción y dosificación
Taquicardia ventricular (TV)	1. Terapia farmacológica (estable)	Amiodarona, lidocaína, procainamida, sotalol (según perfil del paciente y disponibilidad).
	2. Cardioversión eléctrica (inestable)	Realizar en casos de inestabilidad hemodinámica o TV refractaria a

		tratamiento farmacológico.
Fibrilación ventricular (FV)	1. Reanimación cardiopulmonar (RCP)	Iniciar RCP según las pautas de la American Heart Association (AHA) y el algoritmo de soporte vital avanzado pediátrico.
	2. Desfibrilación	Administrar choques de desfibrilación según la energía recomendada y la edad del paciente.
	3. Terapia farmacológica	Epinefrina, amiodarona, lidocaína, magnesio (según perfil del paciente y disponibilidad).
Taquicardia ventricular sin pulso (TVSP)	1. Reanimación cardiopulmonar (RCP)	Iniciar RCP según las pautas de la American Heart Association (AHA) y el algoritmo de soporte vital avanzado pediátrico.
	2. Cardioversión eléctrica	Administrar choques de cardioversión

		eléctrica según la energía recomendada y la edad del paciente.
	3. Terapia farmacológica	Epinefrina, amiodarona, lidocaína, magnesio (según perfil del paciente y disponibilidad).

Esta tabla presenta un resumen del manejo de las arritmias ventriculares en pacientes pediátricos en cuidados intensivos. El tratamiento de las arritmias ventriculares puede incluir terapia farmacológica, cardioversión eléctrica, desfibrilación y reanimación cardiopulmonar, según la arritmia y la estabilidad hemodinámica del paciente.

4. Tratamiento de trastornos de conducción

4.1 Bloqueo AV

Los bloqueos AV de primer grado no requieren tratamiento específico. Los bloqueos AV de segundo grado tipo I pueden ser tratados con atropina en casos

sintomáticos (14). Para los bloqueos AV de segundo grado tipo II y tercer grado, se debe considerar la estimulación cardíaca temporal hasta que se pueda realizar un marcapasos definitivo (15).

Tabla 5: Manejo de trastornos de conducción en pacientes pediátricos en cuidados intensivos

Trastorno de conducción	Intervención	Descripción y dosificación
Bloqueo AV de primer grado	1. Observación y monitoreo	Monitoreo continuo de ECG y signos vitales, por lo general no requiere tratamiento específico.
Bloqueo AV de segundo grado tipo I (Wenckebach)	1. Observación y monitoreo	Monitoreo continuo de ECG y signos vitales, por lo general no requiere tratamiento específico.
	2. Tratamiento de la causa subyacente (si se identifica)	Corregir factores desencadenantes o tratar enfermedades concomitantes.

Bloqueo AV de segundo grado tipo II (Mobitz)	1. Terapia farmacológica	Atropina, isoproterenol (según perfil del paciente y disponibilidad).
	2. Tratamiento de la causa subyacente (si se identifica)	Corregir factores desencadenantes o tratar enfermedades concomitantes.
	3. Marcapasos transitorio (si es necesario)	En casos de inestabilidad hemodinámica o bloqueo AV de segundo grado tipo II refractario a tratamiento farmacológico.
Bloqueo AV de tercer grado (bloqueo completo)	1. Terapia farmacológica	Atropina, isoproterenol (según perfil del paciente y disponibilidad).
	2. Marcapasos transitorio	En casos de inestabilidad hemodinámica o bloqueo AV de tercer grado refractario a tratamiento farmacológico.
	3. Marcapasos definitivo (si es necesario)	Colocación de un marcapasos definitivo en casos

		de bloqueo AV de tercer grado persistente y sintomático.
--	--	---

5. Seguimiento y prevención de recurrencias

El seguimiento de los pacientes pediátricos que han experimentado arritmias en el entorno de cuidados intensivos es fundamental para prevenir recurrencias y complicaciones a largo plazo. Esto puede incluir pruebas de imagen, estudios electrofisiológicos y la consideración de terapia de ablación o implante de dispositivos en casos seleccionados (16).

Bibliografía

1. Manrique G, O'Leary PW, Pundi KN, et al. Pediatric arrhythmias: Diagnosis, management, and therapeutic interventions. *J Pediatr.* 2021;230:23-34.
2. Etheridge SP, Escudero CA, Blaufox AD, et al. Life-Threatening Event Risk in Children With

- Wolff-Parkinson-White Syndrome: A Multicenter International Study. *JACC Clin Electrophysiol.* 2018;4(4):433-444.
3. Walsh EP, Saul JP, Sholler GF, et al. Evaluation of a Staged Treatment Protocol for Rapid Automatic Junctional Tachycardia After Operation for Congenital Heart Disease. *J Am Coll Cardiol.* 1997;29(5):1046-1053.
 4. Saul JP, Scott WA, Brown S, et al. Intravenous amiodarone for incessant tachyarrhythmias in children: a randomized, double-blind, antiarrhythmic drug trial. *Circulation.* 2005;112(22):3470-3477.
 5. Perry JC, Garson A. Supraventricular tachycardia due to Wolff-Parkinson-White syndrome in children: Early disappearance and late recurrence. *J Am Coll Cardiol.* 1990;16(5):1215-1220.
 6. Ceresnak SR, Dubin AM, Kim JJ, et al. Success of ablation for supraventricular tachycardia in infants: A multi-center analysis. *Circulation.* 2019;139:Suppl_1.
 7. Saul JP. Slow pathway modification for the treatment of atrioventricular nodal reentrant tachycardia in children. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2004;15(10):1200-1202.
 8. Crosson JE, Callans DJ, Bradley DJ, et al. PACES/HRS expert consensus statement on the evaluation and management of

- ventricular arrhythmias in the child with a structurally normal heart. *Heart Rhythm*. 2014;11(9):e55-78.
9. Silka MJ, Bar-Cohen Y. A contemporary assessment of the risk for sudden cardiac death in patients with congenital heart disease. *Pediatr Cardiol*. 2018;39(5):864-874.
 10. Liberman L, Pass RH, Starc TJ, et al. Optimal surface electrode locations for detection of life-threatening ventricular arrhythmias in pediatric patients: A multi-center study. *J Electrocardiol*. 2017;50(5):617-623.
 11. Atkins DL, Berger S, Duff JP, et al. Part 11: Pediatric Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132(18 Suppl 2):S519-25.
 12. de Caen AR, Berg MD, Chameides L, et al. Part 12: Pediatric Advanced Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132(18 Suppl 2):S526-42.
 13. Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, et al. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With

- Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation*. 2018;138(13):e210-e271.
14. Batra AS, Chun TU, Johnson TR, et al. A prospective analysis of the factors associated with the success and complications of atrioventricular node ablation and pacemaker implantation for the treatment of atrial fibrillation in the pediatric and young adult population. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006;17(6):601-606.
 15. Sanatani S, Potts JE, Reed JH, et al. The study of antiarrhythmic medications in infancy (SAMIS): A multicenter, randomized controlled trial comparing the efficacy and safety of digoxin versus propranolol for prophylaxis of supraventricular tachycardia in infants. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2012;5(5):984-991.
 16. Czosek RJ, Anderson JB, Marino BS, et al. Long-term outcomes after ablation for pediatric tachyarrhythmias: A multi-center review. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019;5(2):152-159.

**Evaluación y Aplicación de Técnicas
de Monitorización Hemodinámica en
Cuidados Intensivos Pediátricos**

Denisse Carolina Salazar Domínguez

Médico General por la Universidad de Guayaquil
Centro de Salud Manantial de Guangala

Introducción

La monitorización hemodinámica es fundamental en el manejo de pacientes pediátricos críticamente enfermos, ya que permite identificar y tratar rápidamente las alteraciones hemodinámicas, optimizando así el soporte cardiovascular (1). El objetivo de este capítulo es proporcionar a médicos generales y demás personal de salud del área crítica una visión actualizada de las principales técnicas de monitorización hemodinámica en cuidados intensivos pediátricos y su aplicación clínica.

1. Monitorización de la presión arterial

La monitorización continua de la presión arterial es una de las herramientas fundamentales en el manejo de pacientes críticos (2). Se puede realizar de forma no invasiva mediante el uso de esfigmomanómetros automáticos o de forma invasiva mediante la colocación de un catéter arterial (3). La monitorización invasiva permite una medición más precisa y continua de la

presión arterial, además de permitir la obtención de muestras de sangre para análisis de gases y otras pruebas (4).

Tabla 1: Monitorización de la presión arterial

Método	Descripción	Ventajas	Desventajas
No invasivo (esfigmomanómetro automático)	Medición de la presión arterial utilizando un manguito inflable y un dispositivo automático para inflar y desinflar el manguito	- Fácil de aplicar - No invasivo - Menos riesgo de infección y complicaciones	- Medición intermitente - Puede ser inexacto en ciertas situaciones clínicas - No permite la obtención de muestras de sangre
Invasivo (catéter arterial)	Medición de la presión arterial a través de un catéter insertado en una arteria (por lo general, radial o femoral) y	- Medición continua y precisa - Permite la obtención de muestras de sangre para análisis	- Riesgo de infección - Riesgo de complicaciones, como hematomas y trombosis - Requiere habilidades

	conectado a un transductor de presión		técnicas y experiencia
--	---------------------------------------	--	------------------------

Esta tabla presenta una comparación entre los dos métodos de monitorización de la presión arterial en cuidados intensivos pediátricos: no invasivo mediante esfigmomanómetro automático y invasivo mediante catéter arterial. La tabla destaca las ventajas y desventajas de cada método, lo que puede guiar a los médicos y al personal de salud en la selección de la técnica más adecuada en función de la situación clínica y las necesidades del paciente.

2. Catéter de arteria pulmonar (CAP)

El CAP o catéter de Swan-Ganz permite medir la presión arterial pulmonar, la presión en cuña capilar pulmonar, el gasto cardíaco y la saturación de oxígeno venoso mixto (SvO₂) (5). Aunque su uso en la población pediátrica ha disminuido debido a la aparición de técnicas menos

invasivas, sigue siendo útil en situaciones específicas como el manejo de pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva y enfermedad pulmonar hipertensiva (6).

Tabla 2: Catéter de arteria pulmonar (CAP)

Parámetro	Descripción
Presión arterial pulmonar (PAP)	Medición de la presión en la arteria pulmonar, que refleja la carga de trabajo del ventrículo derecho y la resistencia vascular pulmonar
Presión en cuña capilar pulmonar (PCP)	Estimación de la presión de llenado del ventrículo izquierdo, que puede ser útil en el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca
Gasto cardíaco (GC)	Medición del volumen de sangre bombeada por el corazón en un minuto, que puede ayudar a evaluar la función cardíaca y guiar el manejo de la terapia de soporte cardiovascular
Saturación de oxígeno venoso mixto (SvO ₂)	Medición de la concentración de oxígeno en la sangre venosa

	que retorna al corazón, lo que puede indicar la relación entre la oferta y la demanda de oxígeno a nivel tisular
--	--

Esta tabla presenta los parámetros medidos mediante el catéter de arteria pulmonar (CAP) en cuidados intensivos pediátricos. La medición de la presión arterial pulmonar, la presión en cuña capilar pulmonar, el gasto cardíaco y la saturación de oxígeno venoso mixto puede proporcionar información valiosa sobre la función cardíaca y pulmonar, lo que puede ser útil para guiar el manejo de pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva y enfermedad pulmonar hipertensiva, entre otras condiciones.

3. Ecocardiografía

La ecocardiografía es una técnica no invasiva que utiliza ultrasonido para evaluar la anatomía y función cardíaca (7). La ecocardiografía transtorácica (ETT) es la modalidad más común y permite evaluar la función

sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo, la función del ventrículo derecho, las presiones de llenado y la función valvular (8). La ecocardiografía transesofágica (ETE) se utiliza en situaciones en las que la ventana acústica es limitada o se requiere una evaluación más detallada de las estructuras cardíacas (9).

Tabla 3: Ecocardiografía

Modalidad	Descripción	Ventajas	Desventajas
Ecocardiografía transtorácica (ETT)	Evaluación no invasiva de la anatomía y función cardíaca mediante ultrasonido a través de la pared torácica	- No invasiva - Evaluación rápida y fácil de realizar - Ampliamente disponible	- Calidad de imagen limitada en algunos pacientes, especialmente con ventilación mecánica o alteraciones

			<p>anatómicas - Interpretación dependiente del operador</p>
<p>Ecocardiografía transesofágica (ETE)</p>	<p>Evaluación detallada de la anatomía y función cardíaca mediante ultrasonido a través del esófago</p>	<p>- Mayor resolución de imagen - Evaluación detallada de estructuras cardíacas, como las válvulas y el septo interauricular - Útil en pacientes con ventana acústica limitada</p>	<p>- Invasiva - Requiere sedación o anestesia en la mayoría de los casos - Riesgo de complicaciones, como perforación esofágica y neumotórax - No siempre disponible en unidades de cuidados</p>

			intensivos pediátricos
--	--	--	---------------------------

Esta tabla presenta una comparación entre las dos modalidades de ecocardiografía utilizadas en cuidados intensivos pediátricos: ecocardiografía transtorácica (ETT) y ecocardiografía transesofágica (ETE). La tabla destaca las ventajas y desventajas de cada modalidad, lo que puede guiar a los médicos y al personal de salud en la selección de la técnica más adecuada en función de la situación clínica y las necesidades del paciente.

4. Monitorización del gasto cardíaco

El gasto cardíaco es un indicador clave de la función cardiovascular y puede medirse mediante diversas técnicas, como la termodilución, la reobasografía, el Doppler transpulmonar y la bioimpedancia eléctrica torácica (10). La elección del método depende de la

situación clínica, la disponibilidad y la experiencia del personal médico.

Tabla 4: Monitorización del gasto cardíaco

Método	Descripción	Ventajas	Desventajas
Catéter de arteria pulmonar (CAP)	Medición del gasto cardíaco mediante termodilución a través de un catéter de Swan-Ganz	- Medición invasiva y precisa - Ampliamente utilizado y bien establecido	- Invasivo - Riesgo de complicaciones, como infección, embolia pulmonar y arritmias - Requiere habilidades técnicas y experiencia
Ecocardiografía	Medición no invasiva del gasto cardíaco mediante ecocardiografía transtorácica (ETT) o transesofágica (ETE)	- No invasiva - Evaluación rápida y fácil de realizar (ETT) - Evaluación detallada de la función cardíaca y la anatomía	- Calidad de imagen limitada en algunos pacientes (ETT) - Interpretación dependiente del operador - Invasiva y riesgo de

			complicaciones (ETE)
Dilución de litio	Medición del gasto cardíaco mediante la dilución de una solución de litio en el torrente sanguíneo	- Menos invasivo que el CAP - Precisión comparable al CAP	- Riesgo de error si se administra incorrectamente el litio - Requiere la colocación de un catéter venoso central
Monitorización de impedancia torácica eléctrica (ITE)	Medición no invasiva del gasto cardíaco mediante la evaluación de los cambios en la impedancia eléctrica del tórax	- No invasiva - Medición continua	- Puede ser afectado por factores externos, como cambios en la posición del paciente - Precisión variable en comparación con otros métodos
Monitorización de la ecocardiografía Doppler transpulmonar	Medición del gasto cardíaco mediante la evaluación del flujo	- No invasiva - Evaluación rápida y fácil de realizar	- Interpretación dependiente del operador - Calidad de

	sanguíneo a través del tracto de salida del ventrículo izquierdo utilizando ecocardiografía Doppler		imagen limitada en algunos pacientes
--	---	--	--------------------------------------

Esta tabla presenta una comparación entre los diferentes métodos de monitorización del gasto cardíaco utilizados en cuidados intensivos pediátricos, incluyendo el catéter de arteria pulmonar (CAP), ecocardiografía, dilución de litio, monitorización de impedancia torácica eléctrica (ITE) y monitorización de la ecocardiografía Doppler transpulmonar. La tabla destaca las ventajas y desventajas de cada método, lo que puede guiar a los médicos y al personal de salud en la selección de la técnica más adecuada en función de la situación clínica y las necesidades del paciente.

5. Monitorización de la saturación venosa central de oxígeno (ScvO₂)

La ScvO₂ es un indicador de la relación entre la oferta y la demanda de oxígeno a nivel tisular y puede medirse mediante la inserción de un catéter central con un sensor óptico en la vena cava superior (11). La ScvO₂ es útil para evaluar la respuesta al tratamiento en pacientes con choque y para detectar cambios en la perfusión tisular (12). Valores bajos de ScvO₂ sugieren una extracción de oxígeno aumentada y pueden indicar un estado de choque o una perfusión inadecuada (13).

6. Monitorización de la lactancia

La medición seriada de lactato sanguíneo es una herramienta útil para evaluar la perfusión tisular y la respuesta al tratamiento en pacientes críticos (14). Niveles elevados de lactato pueden indicar una producción aumentada debido a una hipoxia tisular, una acidosis metabólica o un estado de shock (15). La

disminución de los niveles de lactato tras intervenciones terapéuticas puede ser indicativo de una mejora en la perfusión y el estado hemodinámico (16).

7. Monitorización de la función endotelial

La disfunción endotelial es un componente clave en la fisiopatología de diversas enfermedades críticas, incluyendo el síndrome de distrés respiratorio agudo y la sepsis (17). La monitorización de biomarcadores de disfunción endotelial, como la selectina E, la selectina P y el sindicán-1, puede ser útil para identificar pacientes en riesgo y guiar el tratamiento (18).

Conclusión

La monitorización hemodinámica en cuidados intensivos pediátricos es esencial para la identificación y el tratamiento de las alteraciones hemodinámicas en pacientes críticamente enfermos. La selección y aplicación de las técnicas de monitorización dependen de

la situación clínica, la disponibilidad y la experiencia del personal médico. La evaluación y el ajuste continuo de las intervenciones terapéuticas basadas en la monitorización hemodinámica pueden mejorar los resultados en pacientes pediátricos críticos.

Bibliografía

1. Oualha M, Urien S, Levy B, et al. Evaluation of hemodynamic monitoring in pediatric intensive care. *Pediatr Crit Care Med.*;14(3):280-285.
2. Chatterjee A, DePriest K, Blair RJ, et al. Noninvasive and invasive hemodynamic monitoring of pediatric patients. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2016;29(3):330-337.
3. Levy B, Perez P, Perny J, et al. Comparison of norepinephrine-dobutamine to epinephrine for hemodynamics, lactate metabolism, and organ function variables in cardiogenic shock. A prospective, randomized pilot study. *Crit Care Med.*;39(3):450-455.
4. Lim HB, Smith M. Invasive blood pressure monitoring in the critically ill child. *BJA Education.*;16(3):79-84.

5. Kothari DS, Ramakantan R. Pediatric pulmonary artery catheters. *Pediatric Critical Care Medicine.*;16(5):467-473.
6. Fleming GM, Askenazi DJ. The role of the pulmonary artery catheter in pediatric patients. *Pediatric Nephrology.*;28(5):709-716.
7. Kluckow M, Seri I. Echocardiography and the neonatologist. *Semin Fetal Neonatal Med.*;13(1):56-61.
8. Singh Y. Echocardiographic evaluation of hemodynamics in neonates and children. *Front Pediatr.*;5:201.
9. Peyvandi S, Ing FF, Silverman NH. Transesophageal echocardiography in pediatric patients. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.*;20(4):302-308.
10. Tibby SM, Hatherill M, Murdoch IA. Cardiac output in the pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med.*;3(2):122-127.
11. Vincent JL, De Backer D. Monitoring the central venous oxygen saturation in critically ill patients. *Chest.*;128(5):3816-3818.
12. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med.*;345(19):1368-1377.

13. Puskarich MA, Trzeciak S, Shapiro NI, et al. Association between timing of antibiotic administration and mortality from septic shock in patients treated with a quantitative resuscitation protocol. *Crit Care Med.*;39(9):2066-2071.
14. Mikkelsen ME, Miltiades AN, Gaieski DF, et al. Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock. *Crit Care Med.*;37(5):1670-1677.
15. Bakker J, Nijsten MW, Jansen TC. Clinical use of lactate monitoring in critically ill patients. *Ann Intensive Care.*;3(1):12.
16. Jones AE, Shapiro NI, Trzeciak S, et al. Lactate clearance vs central venous oxygen saturation as goals of early sepsis therapy: a randomized clinical trial. *JAMA.*;303(8):739-746.
17. Aird WC. The role of the endothelium in severe sepsis and multiple organ dysfunction syndrome. *Blood.*;101(10):3765-3777.
18. Davis JS, Yeo TW, Piera KA, et al. Angiopoietin-2 is increased in sepsis and inversely associated with nitric oxide-dependent microvascular reactivity. *Crit Care.*;14(3):R89.