

### Ventilación mecánica en cirugía cardíaca: actualidades

#### Mechanical ventilation in cardiac surgery: updates.

Andrade Navas, Gabriela\*; Martínez Pérez, Alejandro \*\*

\* Méd. General. Hospital Básico de Paute, Ministerio de Salud Pública. Ecuador

\*\* Méd. Posgradista Anestesiología. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

[gaby-anais-an@hotmail.com](mailto:gaby-anais-an@hotmail.com)

#### Resumen.

**Introducción:** La ventilación mecánica en la cirugía cardíaca constituye un reto anestesiológico, los nuevos protocolos de recuperación posquirúrgica mejorada (ERAS, en inglés) incluye, entre otros, ventilación mecánica protectora determinada por bajos volúmenes corrientes, presión positiva al final de la espiración (PEEP) moderada, fracción inspiratoria de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) que mantengan normoxemia, factores que influyen el posquirúrgico y en las complicaciones pulmonares. Es importante determinar que existen varios momentos en la cirugía cardíaca que modificara el patrón ventilatorio dependiendo del *bypass* cardiopulmonar, circulación con bomba extracorpórea, ventilación unipulmonar.

**Objetivo:** Proporcionar la mejor evidencia científica en el manejo intraoperatorio de la ventilación mecánica en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

**Material y métodos:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada en el periodo 2015-2020. Se realizó una búsqueda en los sitios a continuación utilizando los siguientes términos: “mechanical ventilation”, “ventilation”, “cardiac surgery”, “airway management”, “airway extubation”, “cardiopulmonary bypass”, “coronary artery bypass”, “coronary artery bypass, off-Pump”, “anesthesia, general”, “anesthesia recovery period”, “emergence delirium” en bases de datos: Medline, Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, Current Opinion in Anaesthesiology, Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia y Annals of Cardiac Anaesthesia.

**Resultados:** La mejor evidencia científica sugiere que la ventilación mecánica en cirugía cardíaca debe proporcionarse bajo el modelo protectora para mejores resultados posquirúrgicos inmediatos y mortalidad a largo plazo.

**Conclusiones:** La ventilación mecánica protectora ofrece menores complicaciones pulmonares posoperatorias, debe respetarse los volúmenes corrientes bajos en base al peso predicho del paciente, mantener PEEP moderada, FiO<sub>2</sub> entre 40 – 60% para mantener normoxemia. Los protocolos de recuperación posquirúrgica mejorada (ERAS) se han establecido en el manejo de pacientes sometidos a cirugía cardíaca con mejores resultados globales en morbimortalidad.

**Palabras clave:** Respiración artificial, Anestesia, Cirugía Torácica

#### Abstract.

**Introduction:** Mechanical ventilation in cardiac surgery constitutes an anesthesiological challenge, the new protocols for improved postsurgical recovery (ERAS) include, among others, protective mechanical ventilation determined by low tidal volumes, moderate positive pressure at the end of expiration (PEEP) Inspiratory fraction of oxygen (FiO<sub>2</sub>) that maintains normoxemia, factors that influence the postoperative period and pulmonary complications. It is important to determine that there are several moments in cardiac surgery that

will modify the ventilatory pattern depending on the cardiopulmonary bypass, extracorporeal pump circulation, unipulmonary ventilation.

Objectives: Provide the best scientific evidence in the intraoperative management of mechanical ventilation in patients undergoing cardiac surgery.

Material and methods: A systematic review of the scientific literature published in the period 2015-2020 was carried out. A search of the following sites was performed using the following terms: "mechanical ventilation", "ventilation", "cardiac surgery", "airway management", "airway extubation", "cardiopulmonary bypass", "coronary artery bypass", "coronary artery bypass, off-pump", "anesthesia, general", "anesthesia recovery period", "emergence delirium" in databases: Medline, Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, Current Opinion in Anaesthesiology, Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia and Annals of Cardiac Anesthesia.

Results: The best scientific evidence suggests that mechanical ventilation in cardiac surgery should be provided under the protective model for better immediate postsurgical results and long-term mortality.

Conclusions: Protective mechanical ventilation offers fewer postoperative pulmonary complications, low tidal volumes based on the patient's predicted weight should be respected, keep PEEP moderate, FiO<sub>2</sub> between 40 - 60% to maintain normoxemia. Enhanced postoperative recovery protocols (ERAS) have been established in the management of patients undergoing cardiac surgery with better overall results in morbidity and mortality.

Keywords: Respiration artificial, Anesthesia, Thoracic surgery.

Recibido: 20-4-2020

Revisado: 25-5-2020

Aceptado: 22-6-2020

## Introducción.

El manejo de la ventilación mecánica es uno de los aspectos más importantes para un anestesiólogo moderno. Asegurar la vía aérea y proporcionar ventilación mecánica controlada o asistida son requisitos fundamentales para brindar una anestesia segura. En las últimas décadas, se preconiza una estrategia pulmonar protectora durante la cirugía, incluyendo volumen corriente bajo (VC), baja meseta y presión de conducción, maniobras de reclutamiento (RM) y adecuada presión positiva al final de la espiración (PEEP).<sup>(1,2)</sup>

Esto es especialmente esencial en cirugía cardíaca ya que muchos factores pueden contribuir a la lesión pulmonar, incluidos la anestesia general, bypass cardiopulmonar (CPB), transfusiones de sangre, insuficiencia cardíaca y disfunción diafragmática, todo lo cual aumenta el riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias. De hecho, la ventilación mecánica controlada (CMV)

aumenta la presión pleural y, por lo tanto, la presión sobre estructuras cardíacas adyacentes, es decir, el nervio frénico y/o la región objetivo ara la colocación del cable de terapia de resincronización del VI. La anestesia general, por sí sola, reduce la función del ventrículo derecho y el volumen sistólico izquierdo.<sup>(1-3)</sup>

Los pacientes sometidos a anestesia cardiotorácica, a menudo con el tórax abierto y, a veces, un pulmón colapsado, desarrollan hasta en un 25% complicaciones pulmonares postoperatorias (PPC).<sup>(4)</sup>

## Objetivo

Proporcionar la mejor evidencia científica en el manejo intraoperatorio de la ventilación mecánica en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

## Material y métodos

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada en el periodo 2015-2020. Se realizó una búsqueda en los sitios a continuación utilizando los siguientes términos: “mechanical ventilation”, “ventilation”, “cardiac surgery”, “airway management”, “airway extubation”, “cardiopulmonary bypass”, “coronary artery bypass”, “coronary artery bypass, off-Pump”, “anesthesia, general”, “anesthesia recovery period”, “emergence delirium” en bases de datos: Medline, Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, Current Opinion in Anaesthesiology, Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia y Annals of Cardiac Anaesthesia.

## Resultados y discusión

Proporcionar la mejor evidencia científica en el manejo intraoperatorio de la ventilación mecánica en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Ventilación mecánica intraoperatoria

La ventilación mecánica prologada en una complicación importante luego de cirugía cardiovascular con una incidencia de entre 3 – 9.9%. Las estrategias ventilatorias intraquirúrgicas deben reducir las PPC, una estrategia aceptada actualmente es la ventilación mecánica protectora basada en: (1,2,5,6)

□ FiO<sub>2</sub>: 45 – 60% para mantener normoxemia sin daño miocárdico o influencia en resultados adversos en variables hemodinámicas (índice cardíaco, índice de resistencias vasculares sistémicas, creatinina, lactato), sin embargo, FiO<sub>2</sub> de hasta 80% con hiperoxia que ha mostrado beneficio en reducir la incidencia de infecciones de sitio quirúrgico y ausencia de reingresos hospitalarios.

□ Parámetros de una presión inspiratoria pico de hasta 20 cmH<sub>2</sub>O, volúmenes corrientes de hasta 6 ml/kg de peso predicho, PEEP de 5 – 10 cmH<sub>2</sub>O, relación I:E 1:1.5 – 1:1, EtCO<sub>2</sub> entre 35 – 42 mm Hg y maniobras de reclutamiento alveolar mejoran la biomecánica pulmonar y oxigenación en pacientes de alto riesgo y disminuye el

shunt intrapulmonar en pacientes de alto y bajo riesgo.

Hay que reconocer dos momentos en la cirugía cardíaca:

1. Período de tiempo que precede y sigue al bypass cardiopulmonar (CPB), en cuyo caso la ventilación puede administrarse de la siguiente manera:

a. Volúmenes corrientes de 6 – 8 ml/kg de peso predicho, PEEP moderadas (5 cmH<sub>2</sub>O)

b. Uso de maniobras de reclutamiento: presión de apertura de una PIP (35 cm H<sub>2</sub>O) – PEEP (20 cm H<sub>2</sub>O) o PIP de 30 cm H<sub>2</sub>O por 30 segundos o PIP de 40 cm H<sub>2</sub>O durante 15 segundos, aunque ninguna maniobra se ha mostrado superior a otra.

c. Frecuencia respiratoria: un número de 20 es aceptable para un adecuado intercambio gaseoso, en pacientes con SDRA se permite una hiper-capnia permisiva por lo que se aceptan frecuencias respiratorias menores de 20 (hasta 10)

d. Hiperoxia moderada: FiO<sub>2</sub> no mayores a 80%. La hiperoxia (PaO<sub>2</sub> > 120 mm Hg) tiene un mínimo impacto en disfunción orgánica, estadía hospitalaria y mortalidad en adultos sometidos a cirugía cardíaca. (7)

e. La estrategia de pulmón abierto con volumen corriente de 3 ml/kg, frecuencia respiratoria de 12, FiO<sub>2</sub> de 40% y una PEEP de 8 cm H<sub>2</sub>O, no reduce las PPC en comparación con la ventilación protectora convencional. (8)

2. Período de tiempo durante CPB, cuya estrategia ventilatoria versa con las siguientes alternativas:(9,10)

a. Presión positiva continua en la vía aérea (CPAP): varios estudios utilizaron CPAP con presiones entre 5 y 15 cmH<sub>2</sub>O, mostrando resultados diferentes.

b. Ventilación mecánica: la ventilación de baja frecuencia y bajo volumen corriente mostró un efecto positivo en los resultados secundarios como oxigenación postoperatoria.

c. Pulmón en reposo: esta parece ser la opción más cómoda para el cirujano, aunque no hay diferencias en los tiempos quirúrgicos.

Ventilación mecánica unipulmonar

Los parámetros ventilatorios que se han asociado con una menor disfunción pulmonar y PPC esta dada con volúmenes corrientes de 5 ml/kg, PEEP 50%, modo controlado por presión y las maniobras de reclutamiento se asociaron con menor atelectasias, menor lesión pulmonar aguda, menor tasa de ingreso a UCI y menor estadía hospitalaria. En cirugía cardíaca mínimamente invasiva el bloqueador bronquial es una alternativa apropiada para el tubo endobronquial de doble lumen ya que se asocia con menor dolor de garganta, menor desplazamiento del tubo, menor variabilidad hemodinámica durante la intubación, menores presiones de la vía aérea y mejor oxigenación, todas con significancia estadística. (11)

Ventilación mecánica en trasplante cardíaco

El objetivo principal del manejo ventilatorio debe ser minimizar cualquier aumento en las resistencias vasculares pulmonares (PVR) y prevenir efectos sobre el ventrículo derecho. Se debe iniciar la ventilación con volúmenes corrientes moderados (6-8 mL/kg) and PEEP moderada (2-5 cmH<sub>2</sub>O). La hipoxia, hipercapnia, acidosis, hipotermia y descarga simpática aumentan la PVR y, por lo tanto, la poscarga del ventrículo derecho. Al comparar el uso de presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) versus apnea durante CPB, CPAP o la ventilación puede mejorar la oxigenación después de la CPB, pero hay poca evidencia de que esto es de importancia clínica.(12)

Ventilación mecánica en cirugía cardíaca pediátrica

Una FiO<sub>2</sub> de 50%, relación I:E 1:1.5 con una estrategia de ventilación minuto relativamente baja se asocian con un incremento de la saturación de oxígeno cerebral regional y el flujo sanguíneo cerebral, lo que puede mejorar la oxigenación cerebral y la perfusión cerebral en lactantes sometidos a cirugía cardíaca. La extubación temprana (menor de 4 horas posquirúrgicas) en pacientes con defectos cardíacos congénitos con técnica anestésica fast track (premedicación con ketamina 5 mg/kg IM, inducción a base de remifentanilo 1.5 mcg/kg y cisatracurio) se asocia con menor tiempo de ventilación sin incrementar las complicaciones posoperatorias. Las propiedades de la dexmedetomidina como parte del arsenal anestésico

brinda beneficios fisiológicos, sin embargo, su análisis en esta población en cuanto a cardio, neuro y renoprotección apenas están iniciando, se recomienda discreción en su uso.(13-17)

Protocolos ERAS y actualidades en manejo anestésico de cirugía cardíaca

La recuperación mejorada después de cirugía (ERAS, en inglés) ha revolucionado el manejo anestésico en los últimos tiempos y la importancia de crear un protocolo para cirugía cardíaca ha sido imperante e incluye una dieta preintervención adecuada y antibiótico profilaxis oportuna, un manejo intraquirúrgico con ventilación protectora, monitorización adecuada, fluidoterapia guiada por objetivos, manejo adecuado del dolor con técnicas invasivas y un estrecho manejo posquirúrgico mejoran los resultados posquirúrgicos con un destete más rápido de la ventilación mecánica. Se debe considerar la dexmedetomidina en la sedación en UCI en lugar de propofol porque se asocia con mejor estabilidad hemodinámica, sin alterar los tiempos de extubación. (18-22)

El delta CO<sub>2</sub> es una herramienta fácil de evaluar y de rutina, disponible para detectar hipoperfusión microcirculatoria en pacientes sometidos a bypass e injerto de arteria coronaria sin bomba, con un estado hídrico adecuado y ScvO<sub>2</sub> (> 70%) como meta hemodinámica. Observamos que un dCO<sub>2</sub> alto (> 8 mmHg) se asoció con disminución de DO<sub>2</sub>I (índice de entrega de O<sub>2</sub>), aumento de la tasa de extracción de oxígeno, mayor necesidad de ventilación mecánica y estancia más prolongada en la UCI. (23,24)

## Conclusiones

Todavía hay cierta heterogeneidad entre el modelo de ventilación, en particular, durante la BCP (aunque la ventilación protectora en otras cirugías está muy extendida) existen casos en los que se mantiene volúmenes corrientes altos, sin embargo, la evidencia científica actual, el estándar de ventilación mecánica tiene que basarse en modelos protectivos, que han demostrado menor lesión pulmonar asociada al ventilador, menor estancia en la unidad de cuidados intensivos, menores complicaciones pulmonares y un mejoría en la morbilidad

lidad a largo plazo. Los protocolos de recuperación mejorada luego de la cirugía deben incluir todos sus parámetros tanto prequirúrgicos, intraoperatorios y posquirúrgicos.

### Referencias bibliográficas

1. Bignami E, Saglietti F, Di Lullo A. Mechanical ventilation management during cardiothoracic surgery: an open challenge. *Ann Transl Med.* octubre de 2018;6(19):380-380.
2. Bignami E, Di Lull A, Saglietti F, Guarneri M, Pota V, Scolletta S, et al. Routine practice in mechanical ventilation in cardiac surgery in Italy. *J Thorac Dis.* abril de 2019;11(4):1571-9.
3. Dalla K, Bech-Hanssen O, Ricksten S-E. General anesthesia and positive pressure ventilation suppress left and right ventricular myocardial shortening in patients without myocardial disease – a strain echocardiography study. *Cardiovasc Ultrasound.* diciembre de 2019;17(1):16.
4. Zochios V, Klein AA, Gao F. Protective Invasive Ventilation in Cardiac Surgery: A Systematic Review With a Focus on Acute Lung Injury in Adult Cardiac Surgical Patients. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia.* agosto de 2018;32(4):1922-36.
5. Lellouche F, Delorme M, Bussières J, Ouattara A. Perioperative ventilatory strategies in cardiac surgery. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology.* septiembre de 2015;29(3):381-95.
6. Pshenichniy TA, Akselrod BA, Titova IV, Trekova NA, Khrustaleva MV. [USE OF PROTECTIVE LUNG VENTILATION REGIMEN IN CARDIAC SURGERY PATIENTS.] *Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2017 Sep;61:189-195.
7. Heinrichs J, Lodewyckx C, Neilson C, Abou-Setta A, Grocott HP. The impact of hyperoxia on outcomes after cardiac surgery: a systematic review and narrative synthesis. *Can J Anesth/J Can Anesth.* agosto de 2018;65(8):923-35.
8. the PROVECS Study Group, Lagier D, Fischer F, Fournier W, Huynh TM, Cholley B, et al. Effect of open-lung vs conventional perioperative ventilation strategies on postoperative pulmonary complications after on-pump cardiac surgery: the PROVECS randomized clinical trial. *Intensive Care Med.* octubre de 2019;45(10):1401-12.
9. Arboleda Salazar R, Heggie J, Wolski P, Horlick E, Osten M, Meineri M. Anesthesia for Percutaneous Pulmonary Valve Implantation: A Case Series. *Anesthesia & Analgesia.* julio de 2018;127(1):39-45.
10. Hsu H, Lai H-C, Liu T-J. Factors causing prolonged mechanical ventilation and perioperative morbidity after robot-assisted coronary artery bypass graft surgery. *Heart Vessels.* enero de 2019;34(1):44-51.
11. Zhang C, Yue J, Li M, Jiang W, Pan Y, Song Z, et al. Bronchial blocker versus double-lumen endobronchial tube in minimally invasive cardiac surgery. *BMC Pulm Med.* diciembre de 2019;19(1):207.
12. Neethling E, Moreno Garijo J, Mangalam TK, Badiwala MV, Billia P, Wasowicz M, et al. Intraoperative and Early Postoperative Management of Heart Transplantation: Anesthetic Implications. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia.* octubre de 2019;S1053077019310304.
13. Zhang W, Xie S, Han D, Huang J, Ouyang C, Lu J. Effects of relative low minute ventilation on cerebral haemodynamics in infants undergoing ventricular septal defect repair. *Cardiol Young.* febrero de 2020;30(2):205-12.
14. Yu L-S, Chen Q, Wang Z-C, Cao H, Chen L-W, Zhang G-C. Comparison of Fast-Track and Conventional Anesthesia for Transthoracic Closure of Ventricular Septal Defects in Pediatric Patients. *ATCS.* 2019;25(4):205-10.
15. Tirota CF, Alcos S, Lagueruela RG, Salyakina D, Wang W, Hughes J, et al. Three-year experience with immediate extubation in pediatric patients after congenital cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg.* diciembre de 2020;15(1):1.
16. Iezzi F, Di Summa M, Del Sarto P, Munene J. Fast track extubation in paediatric cardiothoracic surgery in developing countries. *Pan Afr Med J [Internet].* 2019 [citado 29 de abril de 2020];32. Disponible en:

<http://www.panafrican-med-journal.com/content/article/32/55/full/>

17. Kiski D, Malec E, Schmidt C. Use of dexmedetomidine in pediatric cardiac anesthesia: Current Opinion in Anaesthesiology. junio de 2019;32(3):334-42.

18. Borys M, Żurek S, Kurowicki A, Horeczy B, Bielina B, Sejboth J, et al. Implementation of Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) protocol in off-pump coronary artery bypass graft surgery. A prospective cohort feasibility study. *ait*. 2020;52(1):10-4.

19. Borys M, Gawęda B, Horeczy B, Kolowca M, Olszówka P, Czuczwar M, et al. Erector spinae-plane block as an analgesic alternative in patients undergoing mitral and/or tricuspid valve repair through a right mini-thoracotomy – an observational cohort study. *wiitm*. 2020;15(1):208-14.

20. Elgebaly A, Sabry M. Sedation effects by dexmedetomidine versus propofol in decreasing duration of mechanical ventilation after open heart surgery. *Ann Card Anaesth*. 2018;21(3):235.

21. Coleman SR, Chen M, Patel S, Yan H, Kaye AD, Zebrower M, et al. Enhanced Recovery Pathways for Cardiac Surgery. *Curr Pain Headache Rep*. abril de 2019;23(4):28.

22. Russell MD, Pinkerton C, Sherman KA, Ebert TJ, Pagel PS. Predisposing and Precipitating Factors Associated With Postoperative Delirium in Patients Undergoing Cardiac Surgery at a Veterans Affairs Medical Center: A Pilot Retrospective Analysis. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. febrero de 2020;S1053077020301208.

23. Kanzariya H, Pujara J, Keswani S, Kaushik K, Kaul V, Ronakh R, et al. Role of central venous - Arterial pCO<sub>2</sub> difference in determining microcirculatory hypoperfusion in off-pump coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Card Anaesth*. 2020;23(1):20.

24. Fathy S, Hasanin AM, Raafat M, Mostafa MMA, Fetouh AM, Elsayed M, et al. Thoracic fluid content: a novel parameter for predicting failed weaning from mechanical ventilation. *j intensive care*. diciembre de 2020;8(1):20.