

Cambios fisiológicos y consideraciones anestésicas en cirugía robótica no cardíaca

Dra. Ana de la Cajiga-León,* Dra. Adriana Jiménez-Ramos,** Dr. Horacio Olivares-Mendoza**

* Médico Residente de Anestesiología, UNAM.

** Médico adscrito de Anestesiología, Programa de Cirugía Robótica.

Hospital Ángeles Lomas, Estado de México, México.

Solicitud de sobretiros:

Dra. Ana de la Cajiga León
Av. Vialidad de la Barranca S/N,
Col. Valle de las Palmas,
Hacienda de las Palmas, 52763,
Huixquilucan de Degollado,
Estado de México.
Teléfono: 5515139893
E-mail: anadelacajiga@hotmail.com

Recibido para publicación: 28-04-2018

Aceptado para publicación: 17-09-2018

Abreviaturas:

ACLS = Soporte vital cardiovascular avanzado.
ATLS = Soporte vital de trauma avanzado.
PEEP = Presión al final de la aspiración.
PIC = Presión intracraneal.
RALP = Prostatectomía laparoscópica asistida por robot.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medigraphic.com/rma>

RESUMEN

La cirugía robótica ofrece numerosas ventajas sobre la cirugía laparoscópica convencional y la cirugía abierta. El anestesiólogo debe conocer los cambios que suceden en el paciente al ser sometido a cirugía robótica en el campo de la ginecología, urología, cirugía general, torácica y transoral. Los cambios fisiológicos son múltiples e involucran todos los sistemas: cardiovascular, respiratorio, neurológico, digestivo, renal; por lo que es de suma importancia el conocimiento de éstos para evitar complicaciones durante el período perioperatorio. De igual manera, es importante conocer el protocolo de seguridad para el retiro de los brazos del robot al verse con la necesidad de convertir la cirugía a laparoscópica o abierta. Se resumen las principales consideraciones anestésicas así como los cuidados específicos que el anestesiólogo debe tener durante cirugía robótica no cardíaca.

Palabras clave: Anestesia, cirugía robótica, cirugía urológica, cirugía ginecológica, complicaciones anestésicas, neumoperitoneo, posicionamiento de paciente.

SUMMARY

Robotic surgery offers numerous advantages over conventional laparoscopic or open surgery. The anesthesiologist must have full knowledge of the physiological changes that happen when the patient undergoes robotic surgery; it being gynecological, urological, general surgery, thoracic or trans-oral surgery. There are multiple changes during robotic surgery involving the cardiovascular, respiratory, neurologic, digestive and renal systems. It is of utter importance the full knowledge of these changes in order to avoid complications during and after surgery. Also, it is important to fully know the emergency protocol for undocking if need be, to convert to laparoscopic or open surgery. We have summarized the main anesthetic considerations as well as the key points of care anesthesiologists must have during non-cardiac robotic surgery.

Key words: Anesthesia, robotic surgery, urologic surgery, gynecologic surgery, anesthetic complications, pneumoperitoneum, patient positioning.

INTRODUCCIÓN

La cirugía robótica se originó en el Departamento de Defensa de Estados Unidos buscando disminuir las muertes bélicas, lo que llevó a crear un sistema que permitiera a los cirujanos un acceso rápido a los soldados desde una distancia segura; de esta manera surge el concepto de cirugía tele robótica⁽¹⁾. En 1997 Jacques Himpens y Guy Cardiere realizan la primera cirugía asistida por robot, utilizando el sistema quirúrgico Da Vinci, el cual es de los más utilizados actualmente⁽¹⁾.

Este procedimiento es uno de los avances actuales dentro del campo de la cirugía mínimamente invasiva; ofreciendo numerosas ventajas como disminución del dolor postoperatorio⁽²⁻⁵⁾, menor tiempo quirúrgico⁽³⁾, recuperación rápida⁽²⁾, menos complicaciones de herida quirúrgica⁽²⁾, menor trauma quirúrgico⁽⁶⁾, menor riesgo de hemorragia⁽³⁻⁵⁾, mejor resultado cosmético⁽²⁾ y menor estancia hospitalaria^(2,4-6).

La cirugía asistida por robot supera algunas deficiencias de la cirugía laparoscópica o endoscópica tales como la inestabilidad del video dependiente del operador⁽²⁾, mejora la visibilidad del campo visual con imágenes tridimensionales proporcionando profundidad visual al cirujano^(1,2), permite un movimiento más ergonómico y mejor control anatómico de los instrumentos^(1,2,7) imitando el movimiento de la muñeca humana, mucho más que en la cirugía laparoscópica⁽¹⁾. Además, permite 7 grados de rango de movimiento en comparación con los 4 grados de la laparoscopia, capaces de duplicar los movimientos manuales del cirujano con una elevada precisión^(1,2). Se ha observado también una curva de aprendizaje más rápida⁽⁷⁾.

Como anestesiólogos, debemos tomar en consideración múltiples aspectos del paciente, su posición durante la cirugía lo cual modifica su homeostasis, tipo de procedimiento, la experiencia y habilidad del cirujano, así como de todo el equipo quirúrgico; esto permite formular un plan anestésico, reconocer posibles complicaciones y brindar un adecuado y seguro tratamiento al paciente durante la cirugía robótica.

CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS

Durante la cirugía robótica, los cambios de posición del paciente no son posibles una vez que se ha montado el robot⁽¹⁾ y cada procedimiento requiere que el paciente se coloque en una posición distinta, por lo que el anestesiólogo debe conocer a fondo la cirugía a realizar⁽¹⁾. Por lo anterior, se dificulta el acceso al paciente ya que sus brazos se encuentran sujetos, frecuentemente lejos del anestesiólogo y el robot impide el contacto con el paciente^(2,8).

Un segundo acceso intravenoso puede ser de gran utilidad, así como asegurar las líneas intravenosas debido a la dificultad de acceso al paciente⁽⁸⁾.

Es importante asegurar que los cables para el monitoreo y el circuito anestésico tengan la longitud suficiente para un adecuado manejo⁽²⁾.

Las cremas oftálmicas lubricantes así como los ocluidores ópticos son útiles para evitar laceraciones corneales por la separación de los párpados secundario al edema producido por la posición^(2,8).

El robot con frecuencia interfiere con el acceso a la vía aérea del paciente; por lo que es de suma importancia asegurar adecuadamente el tubo endotraqueal⁽⁸⁾.

Deben utilizarse sujetadores o colchones antiderrapantes para evitar el deslizamiento del paciente en la mesa quirúrgica^(1,2). Los puntos de presión de las articulaciones deben ser adecuadamente acolchonados previo a la colocación de los campos quirúrgicos y de los brazos robóticos para evitar lesiones de nervios periféricos⁽¹⁾.

Se debe mantener una relajación neuromuscular profunda monitorizada durante toda la cirugía ya que no debe haber ningún tipo de movimiento por parte del paciente durante la cirugía una vez realizado el posicionamiento de los brazos o *docking*; esto evita desgarros, punciones de órganos o vasos con consecuencias posiblemente mortales^(2,8). Mantener vigiladas las cámaras y/o fuentes de luz alejadas de los campos quirúrgicos y del contacto directo con el paciente para evitar lesiones térmicas o incendios⁽¹⁾.

GENERALIDADES EN CIRUGÍA ROBÓTICA

La influencia de la posición extrema se traduce a una menor distensibilidad pulmonar⁽⁹⁾, por lo que se recomienda utilizar ventilación pulmonar de protección con volúmenes tidales de 6-8 mL/kg⁽²⁾. También es útil la medición de presión meseta para un cálculo de presión al final de la aspiración (PEEP) óptimo para lograr un adecuado reclutamiento alveolar y prevenir atelectasias, así como una presión máxima de la vía aérea de 35 cmH₂O⁽¹⁰⁾.

Otra consideración importante al posicionar al paciente en Trendelenburg, es la presión intraocular, la cual aumenta significativamente al mismo tiempo que disminuye la presión de perfusión ocular resultado de un aumento de presión venosa y de tejido intersticial que compromete el flujo sanguíneo⁽⁷⁾.

La insuflación de CO₂ en el neumoperitoneo, debe ser a una presión de 10-15 mmHg para permitir acceso al campo quirúrgico, lo que puede causar obstrucción del retorno venoso e hipotensión^(2,3).

Cirugía urológica

La cirugía robótica más realizada es la prostatectomía⁽²⁾. En Estados Unidos más del 80% de las prostatectomías son asistidas por robot⁽²⁾ y se ha demostrado que ofrece una sobrevida de 5-10 años de 95-100%⁽³⁾. La prostatectomía

radical robótica tiene el potencial para mejorar el pronóstico quirúrgico y reducir las complicaciones⁽¹¹⁾, el sangrado y el dolor postoperatorio^(4,9) en comparación a la prostatectomía radical abierta^(4,11). Provee una mejor visualización del ápex prostático y las suturas pueden colocarse con mayor precisión en el complejo venoso⁽¹²⁾.

Se recomienda la nefrectomía parcial robótica por encima de la cirugía laparoscópica debido a que reduce el tiempo de isquemia caliente, lo cual es ideal en pacientes monorrenos o con insuficiencia renal sometidos a nefrectomía parcial⁽³⁾.

El posicionamiento del paciente dependerá de la cirugía a realizar. Durante una prostatectomía laparoscópica asistida por robot (RALP por sus siglas en inglés) el paciente se encuentra en posición de Trendelenburg extremo^(1,2,11) (40-45° de inclinación) y se insufla con CO₂ la cavidad abdominal para realizar el neumoperitoneo⁽²⁾.

La posición de elección para la nefrectomía parcial o radical robótica (RPN o RRN por sus siglas en inglés, respectivamente) es el decúbito lateral; se necesita una flexión de la cadera en 30° para acceder al riñón superior lo que puede reducir el gasto cardíaco y la presión arterial media por la compresión de los grandes vasos abdominales⁽³⁾.

Durante la RALP, la presión intracraneal (PIC) se eleva por factores predisponentes como un aumento en la PaCO₂, aumento en la presión intraabdominal por la insuflación de CO₂, y el efecto de la posición en Trendelenburg^(4,13); lo que lleva a una disminución de la presión de perfusión y oxigenación cerebral⁽¹³⁾. La medición del diámetro de la vaina del nervio óptico utilizando el ultrasonido ocular es una técnica innovadora, segura, no invasiva, que ayuda a la medición de la PIC en posición de Trendelenburg^(4,5). Un diámetro mayor a 5 mm cuenta con sensibilidad de 88% y especificidad de 93% para poder detectar una PIC mayor a 20 cmH₂O⁽¹⁴⁾.

El sevoflurano, uno de los anestésicos volátiles más utilizados, puede causar un aumento en el volumen sanguíneo cerebral y una elevada PIC pero se ha mostrado que la saturación cerebral de oxígeno y la saturación venosa yugular no afectan la perfusión cerebral y se mantienen dentro de límites normales en la mayoría de los pacientes⁽¹³⁾. Un estudio de 50 pacientes programados para RALP mostró que la saturación venosa del bulbo yugular, la cual refleja la oxigenación cerebral, se mantiene más elevada utilizando sevoflurano que propofol durante esta cirugía⁽¹³⁾. Durante una RALP se eleva la PIC y disminuye la relación flujo sanguíneo cerebral/tasa metabólica de O₂, así como la oxigenación cerebral. Se recomienda la anestesia epidural torácica combinada con anestesia general, ya que disminuye la presión pico, mejora la complianza y permite mejorar la oxigenación y menor concentración de lactato al utilizar el bloqueo^(2,13).

Durante una prostatectomía radical robótica la pérdida sanguínea es entre 150-250 mL⁽²⁾, menos que en una prostatectomía radical abierta⁽¹²⁾. Se ha observado que este tipo de cirugía reduce la estancia hospitalaria, el dolor postoperatorio y un retorno más rápido de la función urinaria⁽²⁾. Existe una menor incidencia de embolismo gaseoso durante la prostatectomía robótica (38%) en comparación con la cirugía convencional abierta (80%)⁽²⁾. La insuflación es el momento más riesgoso para el embolismo gaseoso o para enfisema subcutáneo⁽²⁾.

En pacientes mayores de 80 años se recomienda el monitoreo invasivo de la presión arterial con una línea arterial y monitoreo del gasto cardíaco con ecografía transesofágica para poder tener un mayor control hemodinámico, y detección de embolismo⁽³⁾.

El tiempo de isquemia caliente, utilizada para preservar mayor función renal durante la nefrectomía, puede llevar a atrofia del parénquima renal si sobrepasa los 40 minutos⁽³⁾. Otro factor importante es el aumento de presión de > 15 mmHg en el neumoperitoneo el cual causa disminución del filtrado glomerular y de la diuresis⁽¹²⁾, por lo que se debe asegurar una diuresis de 0.5 mL/kg/h, así como mantener los electrolitos séricos dentro de rangos normales⁽³⁾.

Para disminuir el riesgo de edema facial y de la vía aérea, se recomienda una restricción moderada de líquidos^(2,3,12); hasta 800 mL antes de la anastomosis vesicoureteral, seguida de una infusión de 700-1,200 mL de líquidos i.v.⁽¹⁵⁾. Por esta misma razón, debe realizarse una laringoscopia fibroendoscópica y una prueba de fuga del globo antes de la extubación de los pacientes con riesgo de edema de la vía aérea⁽¹²⁾.

Durante una prostatectomía robótica, al igual que en el resto de las cirugías urológicas, se deben asegurar los brazos del paciente a los lados con fijadores torácicos para evitar lesiones del plexo braquial⁽²⁾.

Cirugía ginecológica

Dentro de las posibilidades quirúrgicas ginecológicas existen las histerectomías parciales o radicales, miomectomías, reanastomosis tubáricas y disección de nódulos linfáticos⁽²⁾. Durante estos procedimientos la posición en Trendelenburg extremo ayuda a desplazar los órganos abdominales a favor de la gravedad alejándolos del campo quirúrgico⁽⁷⁾.

Se han asociado menores pérdidas sanguíneas y menor estancia hospitalaria en cirugías asistidas por robot que en cirugías laparoscópicas tradicionales o abiertas⁽²⁾.

Se toman en consideración los mismos aspectos que para la prostatectomía con un Trendelenburg menos extremo⁽²⁾.

Cirugía general

Las cirugías asistidas por robot más comunes incluyen las funduplicaturas, resecciones colónicas, bypass gástricos, y plastías inguinales⁽²⁾.

Los procedimientos de abdomen superior requieren un giro de 180° de la mesa quirúrgica lejos de la máquina de anestesia, con el robot posicionado sobre el hemicuerpo superior del paciente⁽¹⁾. Por esto, el acceso a la vía aérea es casi imposible durante el procedimiento por lo que se deben tomar las debidas precauciones antes del inicio del procedimiento⁽¹⁾; incluyendo la correcta fijación del tubo endotraqueal, de las vías intravenosas y la protección ocular.

Durante una gastrectomía el carro quirúrgico o robot, se coloca a la cabeza del paciente y la máquina de anestesia y el anestesiólogo deben situarse del lado izquierdo⁽²⁾. La mesa quirúrgica se debe posicionar a 15° en Trendelenburg⁽²⁾.

Cirugía torácica

Las cirugías torácicas asistidas por robot incluyen timectomías, resección de masas mediastinales, funduplicaturas, disecciones esofágicas, esofagectomías y lobectomías pulmonares.

En estos procedimientos puede estar indicado el uso de tubos endotraqueales selectivos y por tanto, la ventilación preferencial por lo que el reclutamiento alveolar se deberá realizar de manera progresiva dependiendo de las presiones máximas de la vía aérea⁽²⁾. Estas cirugías requieren elevado entrenamiento para la colocación de puertos, uso de los brazos robóticos y posicionamiento adecuado del paciente haciendo más difícil la curva de aprendizaje⁽¹⁶⁾.

Durante una esofagectomía se requieren múltiples cambios de posición, a diferencia de una timectomía donde los

pacientes deben ser colocados en decúbito lateral derecho o izquierdo a 30° de elevación, con el brazo superior lo más alejado posible para permitir el movimiento de los brazos robóticos⁽²⁾.

En la cirugía torácica las piernas se encuentran por debajo del nivel del corazón y existe un alto riesgo de neuropatía por posicionamiento o acolchonamiento inadecuado causando compresión nerviosa⁽²⁾.

Durante la cirugía robótica puede lesionarse la pleura contralateral causando sangrado oculto y neumotórax a tensión en el pulmón ventilado⁽¹⁾ ocasionando inestabilidad hemodinámica y una ventilación casi imposible teniendo que discontinuar la insuflación de CO₂ inmediatamente⁽¹⁾.

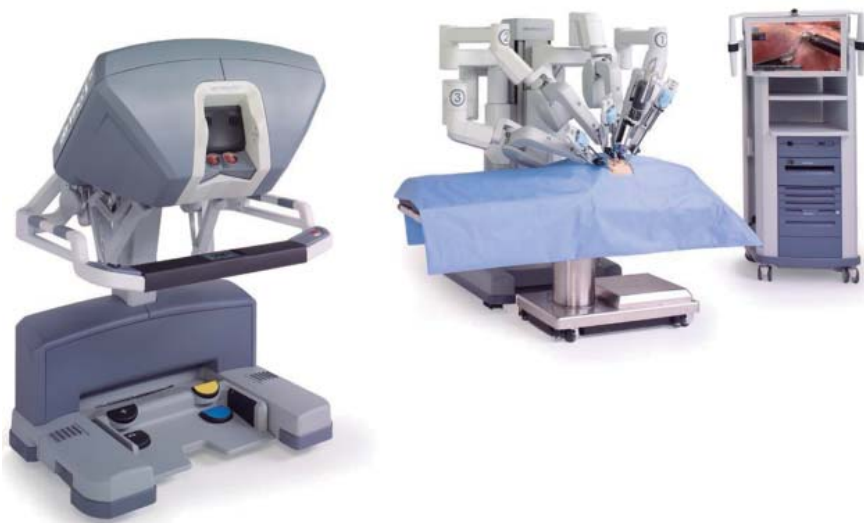
Cirugía transoral

Se han documentado amigdalectomías, resecciones de la base de la lengua, laringectomías supraglóticas y microcirugía fonética todas asistidas por robot⁽²⁾. Las indicaciones principales incluyen lesiones benignas de la cavidad oral, laringe, faringe, y lesiones malignas en C1 y C2⁽²⁾.

Es importante tomar en cuenta que en este tipo de cirugía el paciente se encuentra 180° alejado del anestesiólogo y la cirugía se realiza con laringoscopia continua⁽²⁾. El tubo endotraqueal se sutura a la cara del paciente y se debe utilizar un tubo armado o especial para láser⁽²⁾.

Se deben proteger los ojos con lentes de seguridad⁽²⁾ y los dientes deben estar protegidos con una guarda dental⁽²⁾. Regularmente, el paciente permanece intubado hasta por 1.5 días posterior al procedimiento, especialmente en laringectomías⁽²⁾.

Posibles complicaciones son laceraciones de la piel con el brazo robótico, lesiones dentales, de la mucosa, oftálmicas, fracturas mandibulares o cervicales⁽²⁾.



Cortesía de Intuitive Surgical, Inc.

Figura 1.

Consola, carro quirúrgico o robot, torre de visión.

Retiro de los brazos o *undocking* de emergencia

El riesgo de que la cirugía robótica se convierta a laparoscópica o cirugía abierta es de aproximadamente 1%⁽¹⁷⁾. Las conversiones normalmente no se deben a indicaciones que amenacen la vida, pero es importante que el personal esté familiarizado con cómo realizar el retiro de los brazos o *undocking* rápida y efectivamente⁽¹⁷⁾. Los efectos adversos que ocurren durante cirugía robótica se deben principalmente a errores de comunicación, trabajo en equipo, liderazgo o toma de decisiones⁽¹⁸⁾.

Es obligatorio que todas las personas involucradas en la cirugía robótica conozcan el protocolo de *undocking* de emergencia. Cada quien debe saber su rol en una situación de emergencia y la simulación estilo Soporte Vital Cardiovascular Avanzado y Soporte Vital de Trauma Avanzado (ACLS y

ATLS por sus siglas en inglés) es muy útil aplicada a este tipo de procedimiento⁽¹⁷⁾. Mantener siempre la comunicación clara entre miembros del equipo quirúrgico permite a cada quien realizar su labor específica en situaciones de emergencia lo que mejora la eficacia⁽¹⁷⁾.

En un hospital materno se realizó un protocolo de *undocking* de emergencia con el robot Da Vinci el cual incluía las indicaciones para la conversión, algunas de ellas siendo hemorragia masiva, paro cardiorrespiratorio, consideraciones anestésicas como dificultad para ventilar o desaturación, y problemas técnicos del robot⁽¹⁸⁾. Se enfatizó la importancia de la comunicación efectiva, el entendimiento de los roles de cada miembro del equipo, el uso de palabras de emergencia como «*UNDOCKING DE EMERGENCIA*» con indicación por parte de cirugía o de anestesia. Igualmente, la importancia de la causa por la cual se debe realizar el retiro de los brazos y si se continuará como cirugía abierta o laparoscópica. En este protocolo se identificaron claramente los roles de cada miembro:

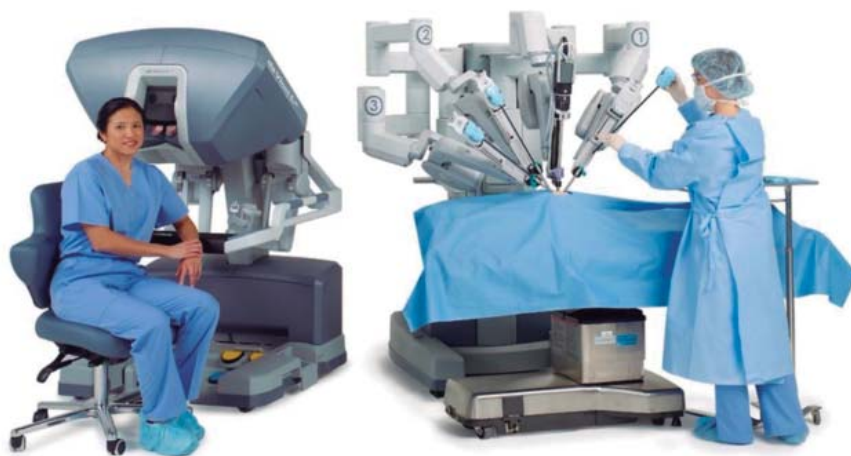
- Cirujano en la consola: asegurar el retiro seguro de los instrumentos.
- 1er ayudante: retirar los instrumentos del paciente, desconectar cánulas y brazos robóticos. Aleja el robot del paciente. En caso de conversión de emergencia se retiran las cánulas junto con los brazos quirúrgicos.
- 2do ayudante: pide ayuda.
- Instrumentista: se mantiene estéril y prepara los instrumentos necesarios para la nueva cirugía.
- Enfermera circulante: mueve al robot y lo aleja del paciente.
- Anestesiólogo: asiste con el reposicionamiento del paciente y asegura la vía aérea manteniendo todo el tiempo un adecuado plano anestésico.

La repetición constante de simulaciones mejora el tiempo y la calidad de la conversión de cirugía robótica a abierta o



Cortesía de Intuitive Surgical, Inc.

Figura 2. Posicionamiento del robot.



Cortesía de Intuitive Surgical, Inc.

Figura 3.

Consola y robot posicionado.

laparoscópica^(19,20). El tiempo de la conversión de una cirugía puede variar dependiendo del centro quirúrgico, la experiencia del personal y de cada tipo de cirugía.

Se creó una lista de verificación para cirugía robótica con los pasos que cada quien debe seguir durante una situación de emergencia así como un apartado que especifica qué hacer en caso de conversión a cirugía abierta⁽²⁰⁾; y se ha observado que las estrategias que disminuyen los errores son: un mejor liderazgo, definir correctamente los roles de cada quien y mejorar el conocimiento^(19,21).

Recomendaciones para el anestesiólogo

- Valoración preanestésica completa.
- Adecuada comunicación del equipo anestésico-quirúrgico.
- Considerar en cada caso tiempo de *undocking*.
- Establecer roles específicos en el caso de manejo de crisis.
- Máquina de anestesia de última generación que permita un adecuado reclutamiento alveolar, así como medición de presión meseta para cálculo de PEEP óptimo.

- Monitorización completa: presión arterial, ya sea invasiva o no invasiva dependiendo del caso, ECG continuo, SpO₂, monitoreo de profundidad anestésica así como de la relajación neuromuscular. La medición del diámetro de la vaina del nervio óptico auxilia en el monitoreo de la PIC.
- Balance neutro o discretamente negativo.
- Adecuado control de dolor postoperatorio.
- Práctica de manejo de crisis en simulación.

CONCLUSIÓN

Cada cirugía robótica presenta un reto diferente para el anestesiólogo, por lo que es de suma importancia conocer los principales cambios fisiológicos que ocurrirán en el paciente anestesiado para prevenir complicaciones. Debemos mantenernos siempre actualizados y bien informados sobre los procedimientos realizados con cirugía robótica para seguir avanzando con la tecnología pensando siempre en la seguridad y calidad en la atención del paciente.

REFERENCIAS

1. Sullivan MJ, Frost EAM, Lew MW. Anesthetic care of the patient for robotic surgery. *Middle East J Anesthesiol*. 2008;19:967-980.
2. Lee JR. Anesthetic considerations for robotic surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2014;66:3-11.
3. Vasdev N, Kuk-Poon AS, Gowrie-Mohan S, Lane T, Boustead G, Hanbury D, et al. The physiologic and anesthetic considerations in elderly patients undergoing robotic renal surgery. *Rev Urol*. 2014;16:1-9.
4. Kim MS, Bai SJ, Lee JR, Choi YD, Kim YJ, Choi SH. Increase in intracranial pressure during carbon dioxide pneumoperitoneum with steep Trendelenburg positioning proven by ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter. *J Endourol*. 2014;28:801-806.
5. Robba C, Cardim D, Donnelly J, Bertuccio A, Bacigaluppi S, Bragazzi N, et al. Effects of pneumoperitoneum and Trendelenburg position on intracranial pressure assessed using different non-invasive methods. *Br J Anaesth*. 2016;117:783-791.
6. Rosendal C, Markin S, Hien MD, Motsch J, Roggenbach J. Cardiac and hemodynamic consequences during capnoperitoneum and steep Trendelenburg positioning: lessons learned from robot-assisted laparoscopic prostatectomy. *J Clin Anesth*. 2014;26:383-389.
7. Borahay MA, Patel PR, Walsh TM, Tarnal V, Koutrouvelis A, Vizzeri G, et al. Intraocular pressure and steep Trendelenburg during minimally invasive gynecologic surgery: is there a risk? *J Minim Invasive Gynecol*. 2013;20:819-824.
8. McLarney JT, Rose GL. Anesthetic implications of robotic gynecologic surgery. *J Gynecol Endosc Surg*. 2011;2:75-78.
9. Kilic OF, Börgers A, Köhne W, Musch M, Kröpfl D, Groeben H. Effects of steep Trendelenburg position for robotic-assisted prostatectomies on intra- and extrathoracic airways in patients with or without chronic obstructive pulmonary disease. *Br J Anaesth*. 2015;114:70-76.
10. Gupta K, Mehta Y, Sarin Jolly A, Khanna S. Anaesthesia for robotic gynaecological surgery. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40:614-621.
11. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JF, Mottrie, Absalom A, Mortier EP, et al. Influence of steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth*. 2010;104:433-439.
12. Saito J, Noguchi S, Matsumoto A, Jinushi K, Kasai T, Kudo T, et al. Impact of robot-assisted laparoscopic prostatectomy on the management of general anesthesia: efficacy of blood withdrawal during a steep Trendelenburg position. *J Anesth*. 2015;29:487-491.
13. Doe A, Kumagai M, Tamura Y, Sakai A, Suzuki K. A comparative analysis of the effects of sevoflurane and propofol on cerebral oxygenation during steep Trendelenburg position and pneumoperitoneum for robotic-assisted laparoscopic prostatectomy. *J Anesth*. 2016;30:949-955.
14. Matute-Miranda J, Vivallo-Oñate N, Salazar-Ceballos G. Ecografía ocular en Unidades Críticas y en Servicios de Urgencia: utilidad en casos de hipertensión intracraneana. *Revista Chilena de Medicina Intensiva*. 2015;30:38-42.
15. Gainsburg DM. Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78:96-604.
16. Steenwyk B, Lyerly R 3rd. Advancements in robotic-assisted thoracic surgery. *Anesthesiol Clin*. 2012;30:699-708.
17. O'Sullivan OE, O'Sullivan S, Hewitt M, O'Reilly BA. Da Vinci robot emergency undocking protocol. *J Robotic Surg*. 2016;10:251-253.
18. Zattoni F, Morlacco A, Cattaneo F, Soligo M, Leggiato L, Modonutti D, et al. Development of a surgical safety training program and checklist for conversion during robotic partial nephrectomies. *Urology*. 2017;109:38-43.
19. Zattoni F, Guttilla A, Crestani A, De Gobbi A, Cattaneo F, Moschini M, et al. The value of open conversion simulations during robot-assisted radical prostatectomy: implications for robotic training curricula. *J Endourol*. 2015;29:1282-1288.
20. Garg T, Bazzi WM, Silberstein JL, Abu-Rustum N, Leitao MM Jr, Laudone VP. Improving safety in robotic surgery: intraoperative crisis checklist. *J Surg Oncol*. 2013;108:139-140.
21. Huser AS, Müller D, Brunkhorst V, Kannisto P, Musch M, Kröpfl D, et al. Simulated life-threatening emergency during robot-assisted surgery. *J Endourol*. 2014;28:717-721.