

## Importancia de la relajación neuromuscular en cirugía laparoscópica

Dr. Juan Heberto Muñoz-Cuevas\*

\* Médico Anestesiólogo. Hospital General de México.

El estado anestésico ha evolucionado desde sus orígenes en el siglo XIX, ya que de la inconsciencia e inmovilidad al estímulo quirúrgico que permitía llevar a cabo procedimientos quirúrgicos extensos y agresivos aunados a las consecuencias inherentes al tipo de cirugía; tales como grandes incisiones que limitaban la movilidad y la pronta recuperación del paciente en el postoperatorio, despertar transoperatorio, sangrado abundante, dolor y depresión respiratoria postoperatoria de origen multifactorial, etcétera; hacían que el riesgo anestésico perioperatorio aunado a las comorbilidades fuera mayor y a veces con consecuencias letales<sup>(1)</sup>.

Con el advenimiento de la biología molecular la medicina basada en evidencia, avances biotecnológicos en lo referente a algunos procedimientos quirúrgicos (cirugía laparoscópica, cirugía bariátrica, cirugía robótica, cirugía mínimamente invasiva, etcétera) y el trabajo multidisciplinario del equipo quirúrgico con objetivos comunes, en este siglo, mediante programas como «Cirugía Segura Salva Vidas» implementado por la Organización Mundial de la Salud, está llevando a cabo una evolución en el manejo perioperatorio en relación con el manejo de posibles complicaciones que se pudieran prevenir antes, durante y después del procedimiento al que se somete el paciente, considerando que el tipo de técnica anestésica y la combinación de los fármacos a emplear puede, entre otras situaciones, detonar eventos de depresión respiratoria que pueden generar un evento adverso con riesgo para el paciente y el equipo multidisciplinario<sup>(2)</sup>.

Siendo el objetivo fundamental ofrecer una práctica segura, de calidad y racional de la medicina perioperatoria en relación con un procedimiento anestésico por objetivos; esto implica que la interacción de drogas que produce el estado anestésico adecuado que tradicionalmente conocen como hipnosis, analgesia, inmovilidad, protección neurovegetativa y relajación neuromuscular deben ser inducidos, mantenidos

y recuperados al estado basal del paciente posterior al procedimiento quirúrgico-anestésico<sup>(3)</sup>.

El papel del anestesiólogo en la valoración preanestésica es fundamental, ya que aquí es donde se plantea la estrategia a seguir en relación con el paciente y procedimiento, considerando que son de alto riesgo; aunado a una minuciosa historia clínica completa. Durante el transoperatorio, acorde al equipamiento y aparataje del hospital, así como el arsenal con el que se cuenta, permitirá en su momento implementar y llevar a cabo el procedimiento anestésico y la combinación de agentes anestésicos más adecuados para el paciente, monitorizando una serie de respuestas clínicas que nos permiten valorar de manera casi integral el estado del paciente durante dicho procedimiento y ajustar la adecuada titulación de la combinación de anestésicos, sin dejar de tomar en cuenta el estado hemodinámico, la volemia, el gasto cardíaco, la actividad electroencefalográfica, las dosis totales y el estado físico del paciente. De esto dependerá la recuperación postanestésica del paciente y tratar de cumplir el objetivo de minimizar los eventos adversos en quirófano y/o unidad de cuidados postanestésicos.

La cirugía laparoscópica debe ser la unión de fuerzas de los miembros del equipo quirúrgico para beneficio del paciente; considerando factores asociados con el paciente, quirúrgicos y anestésicos.

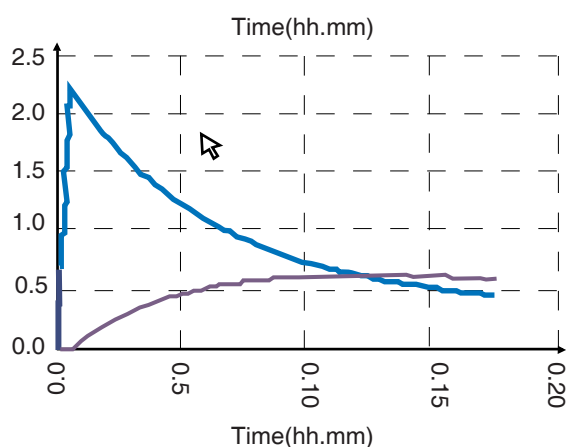
Recordar que la compliance abdominal = volumen/presión se modificará durante el procedimiento anestésico-quirúrgico y el objetivo es adecuar la resistencia de la cavidad abdominal al aplicar un volumen de gas determinado que permita una adecuada compliance para ofrecer un campo quirúrgico donde el cirujano trabaje sin necesidad de incrementar aún más la presión de gas intraabdominal, sin repercusiones para el paciente para ofrecer mejores resultados durante el estado anestésico adecuado ajustando la intensidad del bloqueo neu-

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

romuscular profundo y con una recuperación postanestésica libre de efectos secundarios.

El neumoperitoneo tradicionalmente se ha empleado con presiones intraabdominales entre 10-15 mmHg; sin embargo, la tendencia es tratar de reducir la presión de éste a valores de 9 mmHg, ya que se ha documentado estasis y trombosis venosa femoral; incremento de estrés oxidativo por disminución de la perfusión esplácnica en cirugías laparoscópicas al emplear altas presiones en neumoperitoneo con o sin posición de Trendelenburg invertido<sup>(4)</sup>.

Se debe considerar que en este tipo de procedimientos, los pacientes son de alto riesgo, en quienes la ventilación mecánica, el manejo de sangrado intraoperatorio, el riesgo de embolismo aéreo y la viabilidad de las anastomosis intestinales son fundamentales para el éxito del procedimiento quirúrgico, por lo que el neumoperitoneo debe ser adecuado para cada tipo de paciente, basado en la técnica anestésica; considerando a la relajación neuromuscular como herramienta para tal fin y el empleo de bloqueo neuromuscular profundo se



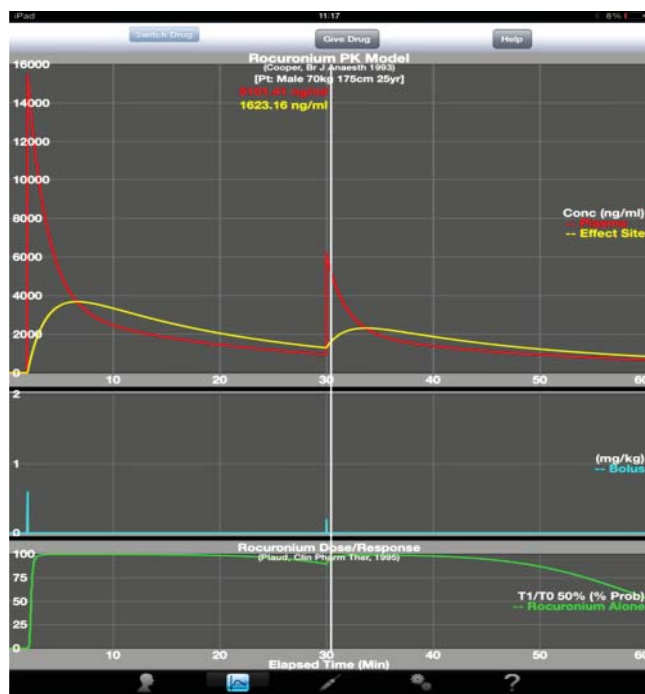
**Figura 1.** Simulación farmacocinética de un bolo de cisatracurio 150 µg/kg (3 DE 95) «Big band dose» nótese la Cp (línea azul): 2.25 µg/mL permite alcanzar la Ce (línea morada): 0.48 µg/mL, entre 3-4 minutos posterior a la administración de la dosis, generando lo que se define como bloqueo intenso que al monitorizarse evidencia la desaparición de la respuesta TOF y PTC; se puede apreciar que acorde a la cinética de un BNM bencilisoquinolínico la ventana terapéutica muestra en relación al tiempo una meseta que se prolonga acorde a la dosificación inicial, manteniendo el efecto clínico «aparentemente» por mayor tiempo. En este lapso de tiempo se lleva a cabo la laringoscopia, intubación orotraqueal e inicio del procedimiento quirúrgico. Después con la consecuente declinación en función de la relación tiempo y concentración para que se inicie la recuperación paulatina de la función neuromuscular y se modifique la respuesta clínica que se alcanza un bloqueo profundo, después, un bloqueo moderado y finalmente la fase de recuperación en un inicio parcial y finalmente total del efecto bloqueante neuromuscular. (Simulación Rugloop).

logra con la administración en bolos y/o perfusión intravenosa. Sin embargo, el anestesiólogo debe valorar la importancia que implica la dosificación total, la acumulación, la sinergia entre agentes anestésicos, el riesgo de disfunción respiratoria postoperatoria, la compliance abdominal y la posición del paciente acorde al tipo de procedimiento quirúrgico, sin dejar de considerar que la optimización en la ventilación intraoperatoria y postoperatoria son necesidades básicas<sup>(5)</sup>.

El paciente obeso que se somete a la cirugía laparoscópica tiene una presión intraabdominal del doble o triple del paciente no obeso y está documentado que el incremento en la presión intraabdominal incrementa la estasis venosa, reduce el flujo venoso porta intraoperatorio, disminuye el gasto urinario,



**Figura 2.** Simulación farmacocinética de un bolo de rocuronio 0.600 mg/kg (2 DE 95), se aprecia que el bolo inicial alcanza concentraciones plasma Cp elevadas (línea roja) 15.724 µg/mL y posteriormente se equilibra con la concentración en efecto Ce (línea amarilla) hasta alcanzar 3.69 µg/mL; se equilibra rápidamente entre uno y dos minutos, característica de este tipo de BNM aminoesteroideo; alcanzando el pico máximo de efecto, dando inicio a un bloqueo intenso con respuesta clínica de relajación neuromuscular al 100% (línea verde) durante los primeros minutos, lo que significa que no existe PTC ni TOF, facilitando la laringoscopia, IOT e incluso inicio del procedimiento quirúrgico, después declina la relación Cp/Ce con evidencia de diferentes respuestas que sugieren la transición a un bloqueo profundo (respuesta mayor de uno a PTC sin llegar a respuesta TOF), posteriormente la recuperación a cuatro estímulos del TOF, evidenciando un bloqueo moderado y por último la recuperación de la fuerza neuromuscular a su estado basal. (Simulación AnestAssist).

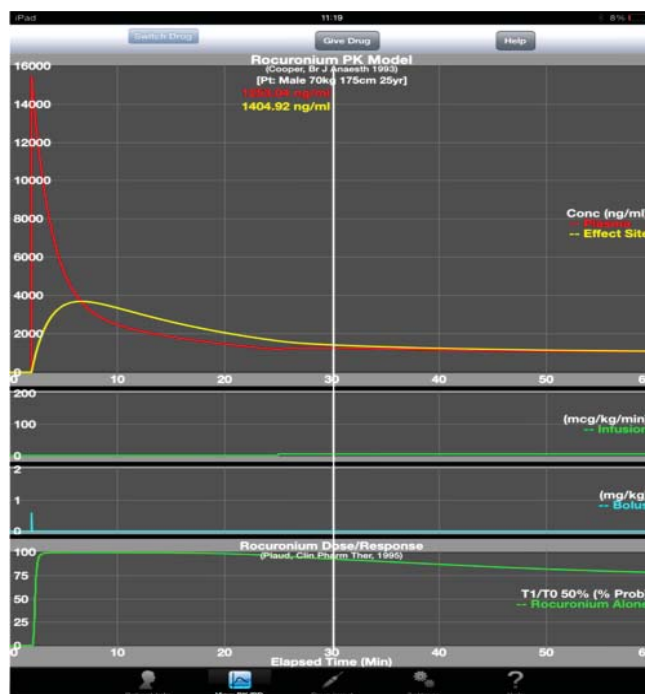


**Figura 3.** Simulación de un bolo subsecuente intravenoso del 25% de la dosis de intubación, a los 30 minutos se aprecia la elevación de la concentración en plasma casi al 50% del bolo inicial  $C_p$ :  $5.10 \mu\text{g/mL}$  y concentración en sitio efecto  $C_e$ :  $1.62 \mu\text{g/mL}$ , esto representaría un incremento de la intensidad de la respuesta clínica, casi alcanzando valores porcentuales similares al del bolo inicial; se podrían evidenciar cambios en la monitorización neuromuscular que condicionen nuevamente la abolición de la respuesta PTC, pudiendo mimetizar un BNM intenso durante unos minutos y posteriormente se recupera como un BNM profundo para ofrecer una adecuada relajación neuromuscular; en un tiempo determinado, debiendo tomar en consideración el número de bolos subsecuentes y dosis total al final de la cirugía, ya que esto puede generar el riesgo potencial de acumulación del fármaco en relación con la dosis total administrada en un tiempo determinado con el consecuente evento adverso de parálisis residual acorde al escenario clínico. (Simulación AnestAssist).

disminuye la compliance respiratoria e incrementa la presión en vía aérea y puede alterar la función cardíaca<sup>(6)</sup>.

El impacto que pueden tener las modificaciones en la presión intraabdominal en relación con el flujo sanguíneo y función renal, basado específicamente en el nivel y duración del neumoperitoneo, de la función renal preoperatoria, del nivel de hidratación y de la posición del paciente<sup>(7)</sup>.

En el paciente pediátrico la respuesta fisiológica en cirugía laparoscópica se asocia con eventos de bajo gasto cardíaco, disminución del retorno venoso, arritmias, disminución de la compliance respiratoria, aumento de absorción de  $\text{CO}_2$ , aumento de la resistencia de la vía aérea, aumento del *shunt*



**Figura 4.** Simulación de una perfusión intravenosa continua  $5 \mu\text{g/kg/min}$ , donde se aprecia el mantenimiento estable de la concentración plasma/concentración efecto, donde se observa la ventana terapéutica en valores entre  $1.25\text{-}1.40 \mu\text{g/mL}$ , mostrando la respuesta farmacodinámica correspondiente a un BNM profundo que puede ser mantenido el tiempo que se requiera ajustando la concentración del agente BNM acorde al tiempo de duración de la perfusión intravenosa continua, mostrando que el objetivo de mantener una concentración clínica adecuada se puede llevar a cabo sin necesidad de bolos subsecuentes; tomando en cuenta la farmacocinética, dosis total, tasa de perfusión IV y tipo de cirugía; se deberá suspender en el momento que se considere necesario para que la concentración en sitio efecto no sea tan elevada al final del evento quirúrgico como para no permitir la recuperación del efecto clínico del BNM y, en su defecto, razonar el tipo de reversión necesaria, ya sea en función de tiempo, administración de anticolinesterásicos, anticolinérgicos o sugammadex.

$Q/V$ , disminución del flujo sanguíneo renal, disminución de la producción de orina, disminución de la circulación hepatoporal y esplácnica, así como aumento de la presión intracraneal<sup>(8)</sup>.

El BNM profundo se define como el efecto de un agente bloqueante neuromuscular para alcanzar una respuesta clínica específica que se basa en la monitorización objetiva de la intensidad del efecto, donde la profundidad del bloqueo se limita en el rango de tener al menos una cuenta postetánica sin llegar a alcanzar una respuesta específica del tren de cuatro. La intensidad de respuesta clínica que ofrece el BNM profundo se considera necesario como parte de un procedimiento transoperatorio, por tal razón al hablar de la cirugía

laparoscópica, permite un adecuado campo quirúrgico para una disección en el campo quirúrgico requerido, facilitando las anastomosis requeridas. Se debe considerar que los procedimientos laparoscópicos eventualmente son de menor duración que la cirugía abierta y pueden generar, según sea el caso, parálisis residual postoperatoria con riesgo de eventos críticos respiratorios.

Al administrar un bolo inicial de un bloqueante neuromuscular se debe tomar en sus características farmacológicas acorde al tipo de familia, farmacocinéticas, peso empleado para administrar la dosis inicial, tiempo de inicio de acción, estado físico del paciente, etcétera.

De acuerdo con la cinética del mismo, se obtienen concentraciones plasmáticas y en sitio efecto diferentes en relación con el tiempo y concentraciones específicas para alcanzar el efecto clínico esperado<sup>(9)</sup>.

La monitorización de la función neuromuscular es de suma importancia para determinar la intensidad de la respuesta neuromuscular asociada con la técnica de administración, ya sea en bolos y/o perfusión intravenosa continua, así como la familia de BNM empleado.

La necesidad de mantener un BNM profundo durante todo el manejo transoperatorio puede asociarse con la parálisis residual postoperatoria al final del procedimiento, debido a la dosis total de BNM administrado, por lo que es necesario que al final del procedimiento el paciente se recupere totalmente de la función neuromuscular; independientemente del escenario clínico que se trate. De manera habitual, el anestesiólogo siempre considera que la recuperación espontánea o, en su defecto, el manejo con agentes anticolinesterásicos y anticolinérgicos son suficientes para una recuperación eficaz; sin embargo, existe evidencia clínica suficiente para tomar en consideración que en algunas ocasiones estas técnicas de reversión no son seguras al 100%<sup>(10,11)</sup>.

Concluyendo que el BNM profundo es necesario para ofrecer un campo quirúrgico adecuado, minimizando la incidencia de eventos adversos transoperatorios y con el riesgo potencial de parálisis residual postoperatoria, por lo que se deben tener algunas consideraciones para su adecuado manejo, control y reversión del mismo:

- Componente básico en anestesia general empleado en cualquier tipo de procedimiento anestésico donde se requiera manejo de vía aérea, de las presiones intracavitarias, de ventilación mecánica y un campo quirúrgico adecuado. En pacientes de alto riesgo y en cirugía de alto riesgo.
- Mejora las condiciones de intubación orotraqueal transoperatoria, minimizando el riesgo de la lesión en las cuerdas vocales, así como las condiciones quirúrgicas sea laparotomía o laparoscópica.
- Evita movimientos involuntarios siempre y cuando el paciente se mantenga con un estado anestésico adecuado.

- Permite una presión de insuflación más baja para adecuar un neumoperitoneo acorde al escenario clínico, minimizando la incidencia de eventos adversos asociado con el manejo de presiones abdominales superiores a 16 mmHg.
- La necesidad de una adecuada relajación neuromuscular implica la administración de agentes bloqueantes neuromusculares en dosis óptimas para alcanzar y mantener el efecto clínico deseado.
- Riesgo de parálisis residual postoperatoria al final de la cirugía y posibilidad de eventos críticos respiratorios como depresión respiratoria e hipoxemia, por lo que el monitoreo de TOF debe ser llevado a cabo en todo procedimiento donde se utiliza bloqueante neuromuscular.
- Recuperación prolongada del efecto clínico por cambios farmacocinéticos y farmacodinámicos asociados con la edad, peso y comorbilidades asociadas; en algunos pacientes de alto riesgo con comorbilidades cardiovasculares y respiratorias puede ser riesgoso y estar contraindicado el empleo de neostigmina y atropina.
- Los BNM tipo bencilisoquinolínicos acorde a su perfil farmacocinético y a la manera de cómo se titulen pueden prolongar su efecto clínico, independientemente de su mecanismo de eliminación plasmático y/o reversión con agentes anticolinesterásicos en función del tiempo y dosis total de administración, pudiendo inducir parálisis residual postoperatoria.
- Para los BNM aminoesteroides se ha propuesto un innovador mecanismo de encapsulamiento molécula a molécula que limita la capacidad de fijación en los receptores anticolinérgicos como reversión del efecto bloqueante neuromuscular, mediante una ciclodextrina del tipo sugammadex que al unirse al relajante neuromuscular genera el complejo rocuronio/sugammadex que ha demostrado su eficacia y predictibilidad en la calidad de la recuperación de la función neuromuscular.
- La tendencia actual es recuperar la función neuromuscular al 100%, posterior al empleo de BNM que la deprimen totalmente en un procedimiento anestésico-quirúrgico; asegurar el tono muscular adecuado en la vía aérea para no generar eventos respiratorios adversos postoperatorios; la necesidad de una ventilación eficaz y eficiente son mandatorias con valores de oximetría seguros para el paciente posterior a la extubación y recuperación en quirófano y unidades de cuidados postanestésicos.

Desde la introducción en la práctica clínica el primer agente de reversión específica para BNM aminoesteroides, la práctica de la anestesiología en cirugía laparoscópica está siendo modificada, permitiendo un BNM profundo hasta el final de la cirugía con una recuperación segura, eficaz y eficiente al emplear el complejo rocuronio/sugammadex, el cual permite una recuperación adecuada con mínimos efectos residuales

asociado con la utilización de agentes neuromusculares aminoesteroides.

Se requiere continuar haciendo estudios en poblaciones específicas para determinar y ajustar la administración de este complejo que, hasta la fecha, ha mostrado evidencia

de que la parálisis residual se descarte y el paciente recupere su función neuromuscular en su totalidad al final del procedimiento quirúrgico, minimizando el riesgo de eventos críticos respiratorios asociados con el empleo de BNM<sup>(12)</sup>.

## REFERENCIAS

1. Hayes AH, Mirakur RK, et al. Postoperative residual block after intermediate-blocking neuromuscular drugs. *Anaesthesia*. 2001;56:312-318.
2. Silva-Jiménez A. Cirugía segura, un reto cada vez más exigente. *Rev Mex Anestesiología*. 2010;33:7-8.
3. Hassan H, et al. Criteria of adequate clinical recovery from neuromuscular block. *Anesthesiology*. 2003;98:1278-1280.
4. Joshipur VA, et al. A prospective randomized, controlled, study comparison low pressure versus high pressure pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2009;19:234-240.
5. Hemmerling TM. Brief review: neuromuscular monitoring: an update for the clinician. *Can J Anaesth*. 2007;54:58-72.
6. Nguyen NT, et al. The physiologic effects of pneumoperitoneum in morbidly obese. *Ann Surg*. 2005;741:219-226.
7. Demyttenaere S, et al. Effect of pneumoperitoneum in renal perfusion and function: a systemic review. *Surg Endosc*. 2007;21:152-160.
8. Benno M, et al. Physiological response to endoscopic surgery in children. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2007;16:217-223.
9. Murphy GS, et al. Residual neuromuscular blockade an critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg*. 2008;107:130-137.
10. Olivieri L, et al. Prolonged (more than ten hours) neuromuscular blockade after cardiac surgery: a report of two cases. *Can J Anesth*. 2005;52:88-93.
11. Eldrich T. Anesthesia for patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Op Anesth*. 2010;23:18-24.
12. Sabo D, et al. Residual neuromuscular blockade at extubation. A randomized comparison of sugammadex and neostigmine reversal of rocuronium induced blockade in patients undergoing abdominal surgery. *J Anesth Clin Res*. 2011;2:6.