

# Succinilcolina vs rocuronio, escogencia clínica mediante un análisis de decisión médica

## Succinylcholine vs rocuronium, clinical choice through a medical decision analysis

Jorge A. Luquetta Berrío<sup>1</sup>, José Ricardo Navarro Vargas<sup>2</sup>

### Resumen

**Objetivo:** Realizar un análisis de decisión para escogencia entre succinilcolina y rocuronio en la inducción de secuencia rápida con base en su eficacia y la presentación de eventos adversos. **Métodos:** Se realizó el análisis de decisión mediante la construcción de árboles de decisiones, con sus respectivos nodos de decisión, oportunidades y utilidades. Los datos fueron tomados de la literatura médica y de una encuesta a profesionales de la anestesia y estudiantes de posgrado en anestesiología; luego éstos fueron procesados por el software Treeage con la realización de los análisis de sensibilidad. **Resultados:** El árbol de decisión de la literatura médica demuestra un valor esperado para la rama de succinilcolina de 6.50, superior al de la rama de rocuronio, cuyo valor es de 5.22. El árbol de decisión de la encuesta muestra a la succinilcolina como opción a escoger con un valor esperado de 9.08, por encima del valor esperado del rocuronio el cual es de 8.17. **Conclusión:** La succinilcolina es la mejor escogencia con base en su efectividad clínica para condiciones de intubación traqueal en la inducción de secuencia rápida, y también, es la mejor opción cuando se tienen en cuenta sus efectos adversos.

**DeCs:** Succinilcolina; rocuronio; árbol de decisiones; agentes bloqueantes neuromusculares; intubación intratraqueal.

### Abstract

**Objective:** To perform a decision analysis for choosing between succinylcholine and rocuronium in a rapid sequence induction situation based on their efficacy and reported adverse effects. **Methods:** Decision analysis by building decision trees, with their respective decision nodes, opportunities and usefulness was made. The data was taken from the medical literature and a survey performed on anesthesia professionals and anesthesiology residents; then was processed by the Treeage software with sensitivity analysis. **Results:** The decision tree based on the medical literature shows an expected value for the succinylcholine branch of 6.50, higher than the rocuronium branch with a value of 5.22. The decision tree of the survey shows the succinylcholine as an option to choose with an expected value of 9.08, above the expected value of rocuronium which is 8.17. **Conclusion:** Succinylcholine is the best choice based on its clinical effectiveness conditions for tracheal intubation in rapid sequence induction, and it is the best option when considering its adverse effects.

**MeSH:** Succinylcholine; rocuronium; decision trees; neuromuscular blocking agents; intubation, intratracheal.

### Introducción

En el contexto del manejo de la vía aérea que requiere relajación neuromuscular de urgencia, se ha mantenido vigente la discusión sobre la utilización o no de dos tipos de agentes relajantes neuromusculares: la succinilcolina, agente prototípico despolarizante y por otro lado el

rocuronio que es de tipo no despolarizante.<sup>1</sup> La base de esta discusión recae principalmente en sus propiedades farmacocinéticas, el inicio de acción y duración, la confiabilidad y predicibilidad de relajación muscular que producen, y de manera muy importante, la producción de efectos adversos. De igual manera se compromete el bienestar y la integridad física y mental del paciente, con

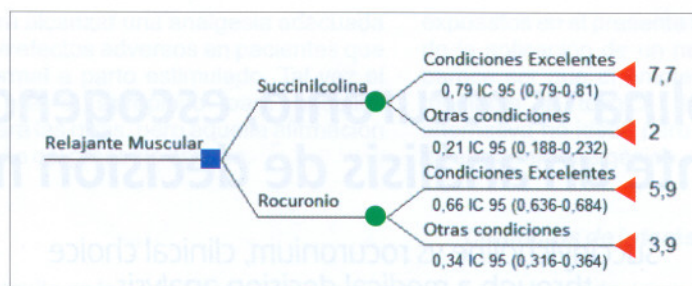
<sup>1</sup> Anestesiólogo, Instituto Nacional de Cancerología. Instructor Adjunto de la Universidad Nacional de Colombia.

<sup>2</sup> Profesor Asociado del Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: Jorge Luquetta. E-mail: jalb1608@yahoo.com

Recibido el 20 de noviembre del 2011. Aceptado para publicación el 27 de enero del 2012. Revisión por pares.





**Figura 1.** Análisis de decisión, escogencia del relajante muscular entre succinilcolina y rocuronio con base en su efectividad clínica: condiciones de intubación traqueal excelentes vs otras condiciones. (Referencia: Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA, Wells GA. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(2):CD002788.)

un efecto negativo sobre la calidad del procedimiento anestésico y el incremento en los costos de atención médica.

La succinilcolina es un relajante muscular de comprobada efectividad. Desde su utilización en 1951 ha sido ampliamente reconocida en el arsenal de medicamentos útiles en anestesia por su rápido inicio de acción, la cualidad que más reconocimientos le ha adjudicado, especialmente en el escenario de la intubación con inducción de secuencia rápida. Otra característica es la efectividad del bloqueo neuromuscular cuando se utilizan las dosis recomendadas y la duración de acción que oscila entre 5 y 10 minutos, la cual es mucho menor que la totalidad del resto de relajantes musculares del tipo no despolarizante entre los que se encuentra el rocuronio.<sup>2,3</sup>

Sin embargo, así como su uso clínico fue de muy rápida aceptación por las cualidades ya mencionadas, también se encontraron una cantidad de efectos secundarios que producía su administración, los cuales indudablemente son de serias consecuencias si no se toman las medidas de tratamiento correspondiente y que no es el caso de esta revisión.<sup>2,4,5</sup>

La efectividad de un relajante muscular es una de las razones más fuertes para indicar su uso, además de la presencia o no de efectos adversos y del costo. En este trabajo se hará un análisis de decisión con el que se determinará la mejor opción de relajación neuromuscular entre succinilcolina y rocuronio.

#### Material y métodos: árbol de decisiones

El análisis de decisión será realizado con la utilización de un árbol de decisiones que ha demostrado ser una forma muy efectiva y fácil de adjudicar utilidades a cada uno de los posibles desenlaces derivados de un nodo de decisión, el cual, de acuerdo a los valores obtenidos, indicará la mejor elección. Para efectos académicos, los árboles de decisiones se componen de uno o varios nodos de decisión que expresan la incertidumbre sobre el aspecto a analizar y que una vez realizados los cálculos, indicarán cual decisión se debe tomar; además de esto, se componen de nodos de oportunidad los cuales indican

la probabilidad de que ocurra determinado desenlace y los aspectos pertinentes a éste.

Los datos de los nodos de oportunidad fueron tomados de referencias de la literatura médica, en este caso sobre succinilcolina y rocuronio, obtenidos de bases de datos como Pub Med, Science Direct y Ovid, siendo su validez variable dependiendo de la calidad de los artículos. En el caso de los datos de los nodos de utilidad fueron obtenidos mediante 20 encuestas enviadas a varios profesionales de la anestesia y estudiantes de posgrado de anestesiología y reanimación. La construcción del árbol de decisión y su interpretación fue realizada con la ayuda del software Treeage el cual está diseñado específicamente para este tipo de análisis.

#### Resultados

Los nodos de decisión están representados por cuadrados de color azul, los nodos de probabilidad por círculos de color verde. En sus respectivas ramas estará expresada, en fracciones, la decisión o la probabilidad de que el evento ocurra, además se presenta el respectivo intervalo de confianza 95%, y por último expresado en triángulos rojos se determina la utilidad. En un rectángulo se expresa el valor esperado de cada una de las ramas de decisión posibles y también la opción que por su mayor valor es la escogida de forma final. En la figura 1 se presenta el árbol de decisión calculado.

En la figura 2 se presenta el árbol de decisión calculado, en donde se indica la rama que el software, según los cálculos, sugiere como mejor opción y que además no está interrumpida.

El árbol de decisión demuestra un valor esperado para la rama de succinilcolina de 6.50, superior al de la rama de rocuronio, cuyo valor es de 5.22.

De forma sencilla, se demuestra que en este caso, cuando se evalúan condiciones de intubación excelentes, con el uso de succinilcolina vs rocuronio, el árbol de decisión según sus cálculos establece que la mejor opción es la succinilcolina.



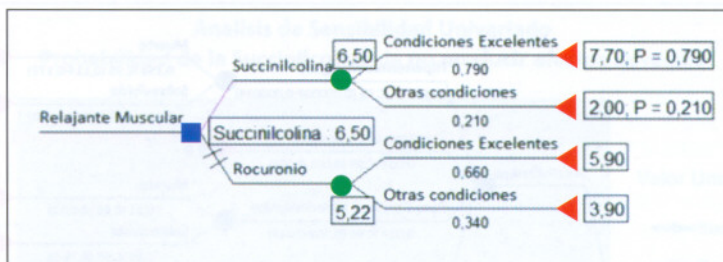


Figura 2. Árbol de decisión calculado

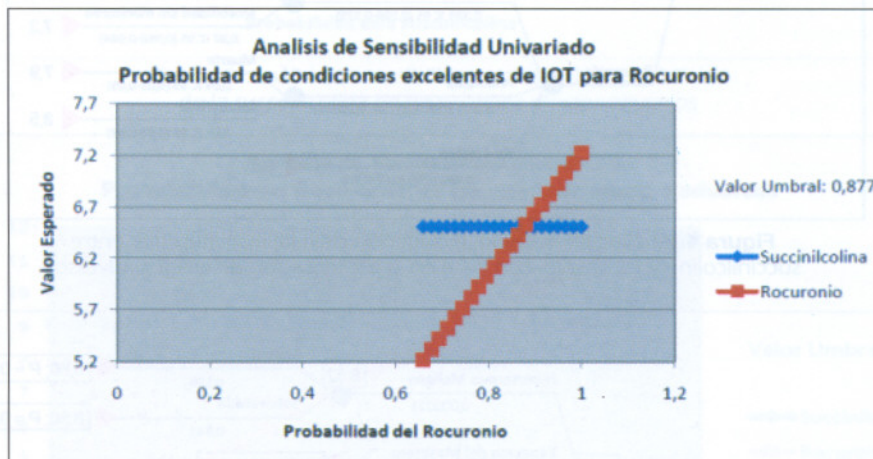


Figura 3. Análisis de sensibilidad univariado probabilidad de condiciones excelentes de intubación orotrqueal para rocuronio

En la figura 3 se presenta el análisis de sensibilidad, que permite determinar el umbral de probabilidad a partir del cual la succinilcolina deja de ser mejor opción y pasa a ser el rocuronio, cuando se evalúan condiciones de intubación excelentes en el escenario de la intubación de secuencia rápida.

Se realizó el análisis de sensibilidad univariado, con modificación de la probabilidad del rocuronio para producir condiciones excelentes de intubación traqueal (IOT) desde su valor inicial de 0.66 hasta 1.

El análisis de sensibilidad muestra un valor umbral de 0.877 de probabilidad del rocuronio en producir condiciones de IOT excelentes, por encima de la succinilcolina en el valor esperado, y de forma consecuente en la escogencia como relajante muscular para la inducción de secuencia rápida. Hay que recordar que la probabilidad del rocuronio es de 0.66 para producir condiciones excelentes de IOT, lo que requiere de un aumento de su probabilidad de 0.217 para igualar y posteriormente superar a la succinilcolina en eficacia de la relajación.

Este resultado podría ser visto de una forma muy hipotética; sin embargo es válido en aquellas circunstancias en donde con algún método añadido a la utilización del rocuronio, se logre que este medicamento produzca mejores condiciones de intubación traqueal, como por ejemplo de 0.66 a 0.877 y en este caso sería mejor opción que la succinilcolina.

En la figura 4 se presenta el árbol de decisión, evaluando la presentación de eventos adversos producidos con el uso de la succinilcolina y el rocuronio.

En la bibliografía, se encuentran las respectivas referencias, a partir de las cuales se obtuvieron las probabilidades de ocurrencia de los efectos adversos, que se están evaluando en este árbol de decisión.

En la figura 5 se presenta el árbol de decisión calculado.

El árbol de decisión, muestra a la succinilcolina como opción a escoger con un valor esperado de 9.08, por encima del valor esperado del rocuronio el cual es de 8.17. La razón de esta diferencia, la cual es mayor que la obtenida en los pasados árboles de decisión que analizaban la eficacia clínica, es debida en gran parte a la calificación de utilidades dada por la encuesta realizada a los anestesiólogos, en particular a la calificación dada a la rama de decisión de hipertermia maligna, la cual a pesar de ser un evento adverso que pone en riesgo la vida del paciente, su baja incidencia permite que la succinilcolina sea considerada muy útil como relajante en la inducción de secuencia rápida. Otro aspecto a considerar en este análisis, es el correspondiente a la probabilidad de paro cardíaco por hiperkalemia, la cual es la más baja encontrada en todo el árbol de decisión, lo que expresa la importancia de este desenlace en la práctica anestésica.



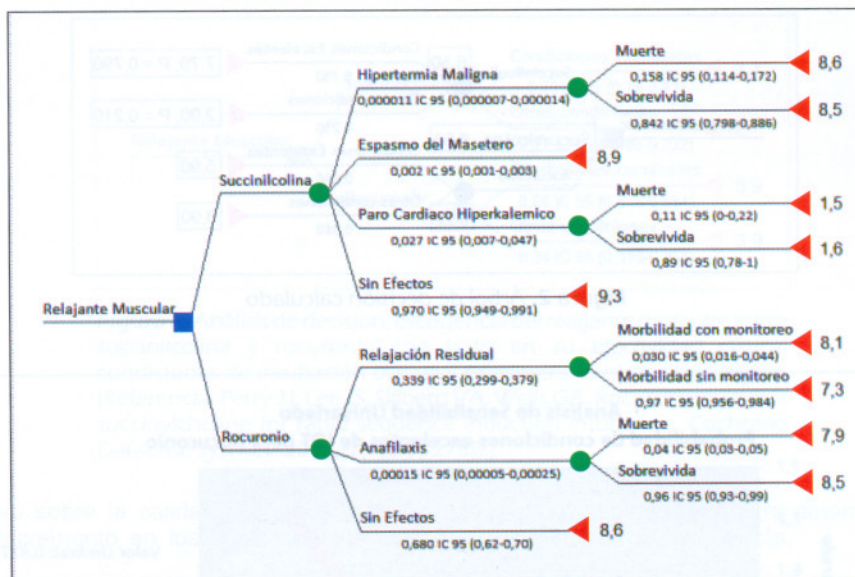


Figura 4. Análisis de decisión, escogencia de relajante muscular entre succinilcolina y rocuronio, con base en la presentación de efectos adversos

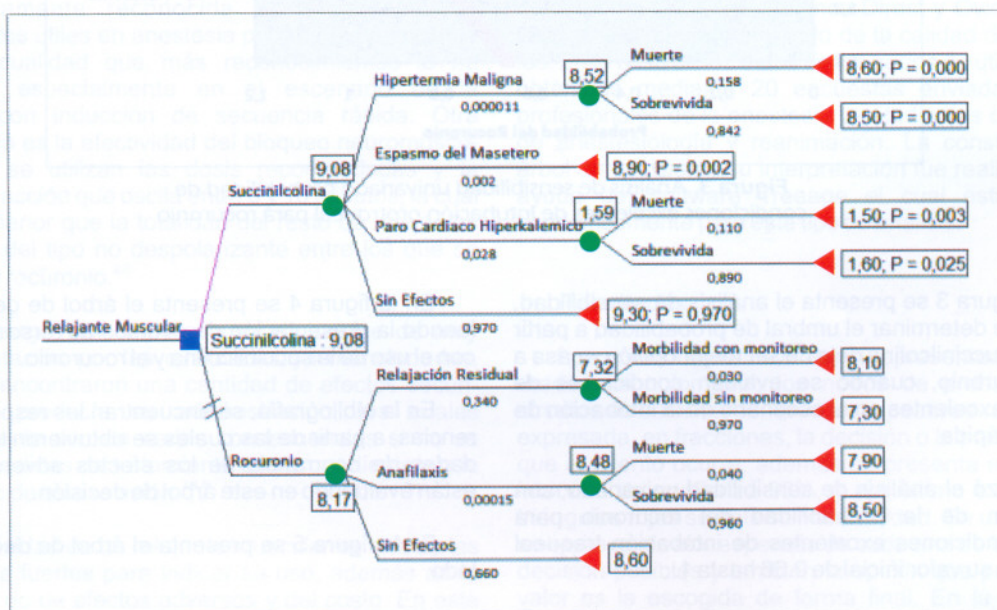


Figura 5. Árbol de decisión calculado

Con respecto al análisis de sensibilidad, se realizó un análisis de sensibilidad univariado, haciendo la variación de la probabilidad que más influencia tuvo en la decisión final (probabilidad de la succinilcolina de no producir ningún efecto adverso). Por ser este un árbol de decisión más complejo (Figura 6), es posible realizar muchos análisis de sensibilidad, sin embargo este estudio se centró en hacerlo solamente en la rama de oportunidad que influyó de manera importante en la decisión final.

El valor umbral por debajo del cual la succinilcolina deja de ser mejor opción es de 0.9, esto es lo mismo que decir que la succinilcolina para ser mejor opción de escogencia clínica con base en sus efectos adversos, no debe producir efectos adversos en más del 90% de los

casos (probabilidad 0.9). La curva lineal representa la probabilidad de no producir efectos adversos por parte del rocuronio, la que no se varió (Figura 7).

El valor umbral de este análisis de sensibilidad es de 0.8 de probabilidad de no producir efectos adversos del rocuronio, por encima del cual sería mejor opción que la succinilcolina. Como indicamos en el caso anterior, el rocuronio no debe producir efectos adversos en más del 80% de los casos para ser mejor opción de utilización clínica que la succinilcolina.

En el análisis bivariado comparando las probabilidades de ambos relajantes musculares para no producir ningún efecto adverso importante, ya que es uno de los



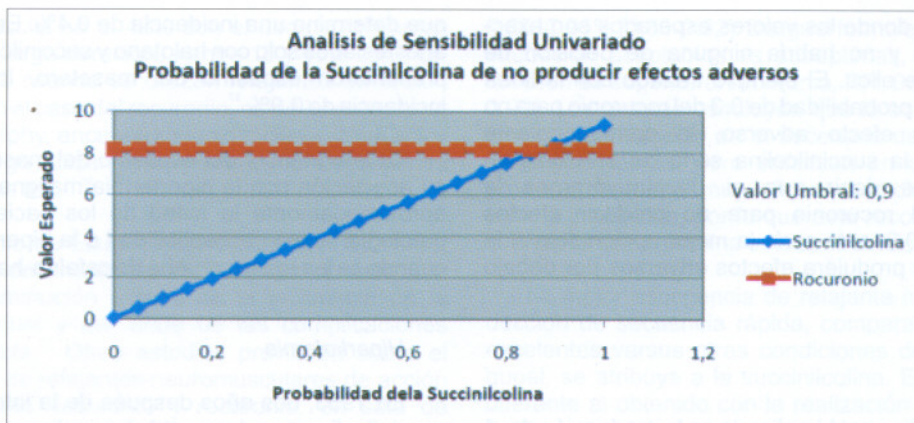


Figura 6. Análisis de sensibilidad univariado probabilidad de la succinilcolina de no producir efectos adversos

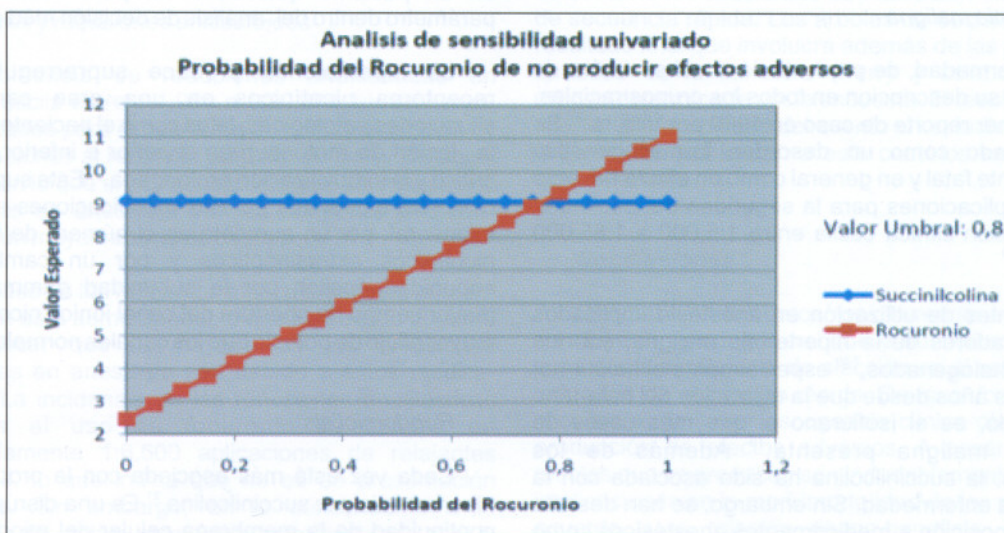


Figura 7. Análisis de sensibilidad univariado probabilidad del rocuronio de no producir efectos adversos

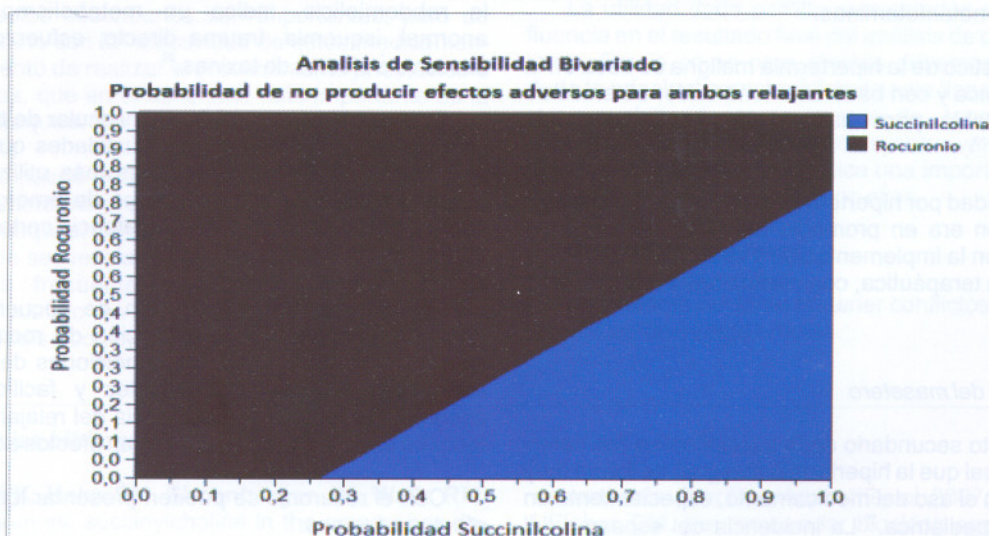


Figura 8.

más importantes determinantes para la escogencia de la succinilcolina con base en los efectos adversos, se encontraron los siguientes datos (Figura 8).

La interpretación de este análisis de sensibilidad, es igual a los previamente realizados, la zona de frontera entre las 2 probabilidades de los relajantes, representan



los umbrales en donde los valores esperados son exactamente iguales y no habría ninguna de decisión de escogencia entre ellos. El ejemplo trazado con la línea que parte de una probabilidad de 0.3 del rocuronio para no producir ningún efecto adverso, la correspondiente probabilidad en la succinilcolina sería de aproximadamente 0.59; es decir que si disminuyéramos la probabilidad del rocuronio para no producir efectos adversos hasta 0.3, esta sería la mejor opción solo si la succinilcolina no produjera efectos adversos por debajo de 0.59.

### Discusión

La succinilcolina está implicada en la producción de 4 cuadros patológicos:

#### *Hipertermia maligna*

Esta enfermedad, de presentación casi exclusiva de la anestesia, su descripción en todos los grupos raciales, desde el primer reporte de caso en 1960 por Villiers.<sup>6,7</sup> Se ha considerado como un desorden farmacogenético potencialmente fatal y en general como un efecto adverso de serias implicaciones para la seguridad del paciente.<sup>6</sup> Su presentación clínica oscila entre 1:5,000 a 1:65,000 anestésias.<sup>8,9</sup>

Los agentes de utilización en anestesia implicados como disparadores de la hipertermia maligna, son los anestésicos halogenados,<sup>7-10</sup> especialmente el halotano; en los últimos años desde que la utilización del halotano ha disminuido, es el isoflurano el que más casos de hipertermia maligna presenta.<sup>10</sup> Además de los halogenados, la succinilcolina ha sido asociada con la génesis de la enfermedad. Sin embargo, se han descrito casos sin exposición a medicamentos anestésicos como los que han ocurrido en pacientes con rabdomiolisis, acidosis e hipertermia inducida por el ejercicio y también con el uso de metanfetaminas.<sup>11,12</sup>

El diagnóstico de la hipertermia maligna se basa en la sospecha clínica y con base en un marcador obtenido se aplica una tabla para hallar la probabilidad de la enfermedad.<sup>8,13</sup>

La mortalidad por hipertermia maligna al comienzo de su descripción era en promedio del 80%, cifra que ha disminuido con la implementación y el uso del dantroleno como medida terapéutica, con oscilaciones entre el 8% y 15%.<sup>7,10,14,15</sup>

#### *Espasmo del masetero*

Este efecto secundario de la succinilcolina fue determinado, al igual que la hipertermia maligna, de forma muy temprana con el uso del medicamento, especialmente en la población pediátrica.<sup>16</sup> La incidencia del espasmo del masetero no es muy conocida y no hay muchas referencias al respecto más que algunos reportes de caso: Lazzell y colaboradores, encontraron la presencia de espasmo del masetero en 1 de 496 pacientes anestesiados con succinilcolina, tiopental y halotano, lo

que determina una incidencia de 0.4%. En 111 pacientes anestesiados solo con halotano y succinilcolina, 2 de ellos presentaron espasmo del masetero, lo que da una incidencia de 0.9%.<sup>17</sup>

La importancia del espasmo del masetero radica en su asociación con la hipertermia maligna, debido a que aproximadamente la mitad de los pacientes con esta patología tienen susceptibilidad a la hipertermia maligna cuando se les realiza prueba de cafeína-halotano.<sup>18,19</sup>

#### *Hiperkalemia*

En 1953, dos años después de la introducción de la succinilcolina en el arsenal de medicamentos anestésicos, se reportó el primer caso de paro cardíaco por su uso en un paciente quemado.<sup>20</sup> El paro cardíaco es un parámetro dentro del análisis de decisión médica.

La hiperkalemia produce suprarregulación de receptores nicotínicos en una gran cantidad de situaciones patológicas, tales como el paciente quemado, la lesión de motoneurona superior e inferior, el estado crítico y la inmovilización prolongada.<sup>21</sup> Esta suprarregulación está expresada por dos modificaciones en la unión mioneural: por un aumento en el número de receptores nicotínicos extrasinápticos y por un cambio de la subunidad épsilon por la subunidad gamma, con un mayor tiempo de apertura del canal iónico nicotínico y un mayor eflujo de potasio que los canales normales.<sup>21</sup>

#### *Rabdomiolisis*

Cada vez está más asociada con la producción de hiperkalemia por succinilcolina.<sup>21</sup> Es una disrupción de la continuidad de la membrana celular del miocito, lo que produce una pérdida del contenido celular entre los que se destacan el potasio y la creatina quinasa. Cuando ocurre la rabdomiolisis, indica un metabolismo muscular anormal, isquemia, trauma directo, esfuerzo muscular excesivo o efectos de toxinas.<sup>20</sup>

El rocuronio es un relajante muscular de tipo no despolarizante. Presenta algunas cualidades que lo hacen uno de los relajantes musculares más utilizados en la práctica anestésica y en medicina de emergencias, en especial en lo concerniente a la latencia corta cuando se utilizan varias dosis efectivas.<sup>22</sup>

Indudablemente la inducción de secuencia rápida presenta la opción de la utilización de rocuronio o de succinilcolina para lograr las condiciones de intubación adecuadas en cuanto a rapidez y facilidad de su aseguramiento.<sup>23</sup> En la escogencia del relajante hay que tener en cuenta que no se presenten efectos adversos

Con el rocuronio se pueden presentar los siguientes efectos adversos:

#### *Relajación residual*

Se define como la presencia de una relación del tren de cuatro (TOF), menor del 0.9.21 La incidencia de esta



complicación oscila en el 42% con el uso de relajantes musculares de larga duración, y entre 16 y 45% con TOF menores de 0.9 cuando se utilizan relajantes de acción intermedia.<sup>23</sup> En el caso del rocuronio, estudios como el de Kim y el de Murphy, encuentran incidencias entre 5.9% y 15%; sin embargo utilizan como punto de corte relaciones TOF menores de 0.7.<sup>24-26</sup>

En el estudio de Eikermann, se observa que con el uso apropiado del monitoreo de la relajación muscular existe una disminución notoria de la incidencia de la relajación residual y por ende de las complicaciones asociadas a ésta.<sup>27</sup> Otros estudios previenen sobre el efecto residual de relajantes neuromusculares de acción intermedia, como vecuronio y rocuronio, en sala de recuperación posanestésica.<sup>28,29</sup>

#### Anafilaxis y reacciones anafilactoides

La incidencia de reacciones anafilácticas en anestesia oscila entre 1:1,980 a 1:20,000; sin embargo, hay dificultades para la definición de dichas reacciones y las publicaciones al respecto también son muy variables entre sí.<sup>30</sup> En lo que si hay acuerdo es que las reacciones anafilácticas en anestesia van en aumento, probablemente por un mayor reporte de casos.

En el caso de los relajantes musculares, esta tendencia también está aumentando, lo que ha llevado al punto de establecer que la mayoría de las reacciones anafilácticas en anestesia son debido a estos medicamentos.<sup>31</sup> La incidencia de las reacciones anafilácticas asociadas al uso de rocuronio se calcula en aproximadamente 1:6,500 aplicaciones de relajantes musculares, lo que indica que no es de presentación infrecuente. Sin embargo, en lo concerniente a la mortalidad de estas reacciones anafilácticas por el rocuronio no hay datos claros.<sup>32</sup>

Los efectos secundarios son importantes, pero de igual manera lo son la efectividad de estos medicamentos al momento de realizar el procedimiento anestésico o de urgencias, que en el escenario más importante es la intubación traqueal con inducción de secuencia rápida.

El metaanálisis de Perry y colaboradores,<sup>33</sup> tiene como objetivo determinar si el rocuronio crea condiciones de intubación traqueal comparables a la succinilcolina en la inducción de secuencia rápida. La succinilcolina crea de forma más frecuente, excelentes condiciones de intubación cuando es comparada con el rocuronio a diferentes dosis y con modificaciones en la inducción, RR:

0.86 IC 95% [0.80-0.92]. De igual forma en condiciones de intubación aceptables vs subóptimas, la succinilcolina también es superior al rocuronio, RR: 0.96 IC 95% [0.93-0.99]. Los autores concluyen que la succinilcolina es el fármaco de elección en el escenario de la inducción de secuencia rápida, pero enfatizan en que el rocuronio produce de forma muy eficaz condiciones aceptables para la intubación, por lo que está recomendado su uso cuando la succinilcolina está contraindicada.

La mejor escogencia de relajante muscular para inducción de secuencia rápida, comparando condiciones excelentes versus otras condiciones de intubación traqueal, se atribuye a la succinilcolina. Este resultado no diferente al obtenido con la realización del metaanálisis de Perry y colaboradores, en el cual se determinó que la succinilcolina era superior al rocuronio para la producción de condiciones excelentes de intubación en la inducción de secuencia rápida. Los árboles de decisión arrojan un resultado final que involucra además de las probabilidades tomadas de la literatura (Perry y colaboradores), la utilidad determinada por la encuesta. El resultado tiene en cuenta la probabilidad del evento en estudio y además la importancia que le dan a este caso los anestesiólogos encuestados.

#### Conclusiones

Con base en los datos anteriormente expuestos, se concluye de forma general que la succinilcolina se mantiene como el relajante de elección en el escenario de la inducción de secuencia rápida. De igual forma, la succinilcolina es la mejor escogencia clínica con base en la producción de efectos adversos. A pesar de que los efectos que se producen son indudablemente de grandes implicaciones en la morbimortalidad de los pacientes, de acuerdo a la relación riesgo-beneficio, por la baja incidencia, el balance está a su favor.

La utilidad dada por los encuestados es de gran influencia en el resultado final del análisis de decisión, tanto para eficacia como para efectos adversos; ésta es sin duda la principal característica de este tipo de análisis, ya que muchas veces a pesar de tener resultados estadísticamente muy diferentes entre varias opciones, esto no necesariamente implica una importancia notable para el personal que trabaja con ellos.

#### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación de este artículo.

#### Referencias bibliográficas

- Mallon WK, Keim SM, Shoenberger JM, Walls RM. Rocuronium vs. succinylcholine in the emergency department: a critical appraisal. *J Emerg Med.* 2009;37:183-8.
- Orebaugh SL. Succinylcholine: adverse effects and alternatives in emergency medicine. *Am J Emerg Med.* 1999;17:715-21.
- Meakin GH. Role of muscle relaxants in pediatric anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2007;20:227-31.
- Fisher DM. Neuromuscular blocking agents in paediatric anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1999;83:58-64.
- Gronert GA. Succinylcholine-induced hyperkalemia and beyond. *Anesthesiology.* 2009;111:1372-7.
- Denborough MA, Forster JF, Lovell RR, Maplestone PA, Villiers JD. Anaesthetic deaths in a family. *Br J Anaesth.* 1962;34:395-6.



7. **Hopkins PM.** Malignant hyperthermia. *Curr Anaesth Crit Care.* 2008;19:22-33.
8. **Malignant Hyperthermia Association of the United States** [página principal en internet]. [citado 2011 May]. Disponible en: <http://medical.mhaus.org>.
9. **Hernandez JF, Secrest JA, Hill L, McClarty SJ.** Scientific advances in the genetic understanding and diagnosis of malignant hyperthermia. *J Perianesth Nurs.* 2009;24:19-31.
10. **Litman RS, Flood CD, Kaplan RF, Kim YL, Tobin JR.** Postoperative malignant hyperthermia: an analysis of cases from the North American Malignant Hyperthermia Registry. *Anesthesiology.* 2008;109:825-9.
11. **Ali SZ, Taguchi A, Rosenberg H.** Malignant hyperthermia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2003;17:519-33.
12. **Davis PJ, Brandom BW.** The association of malignant hyperthermia and unusual disease: when you're hot you're hot or maybe not. *Anesth Analg.* 2009;109:1001-3.
13. **Larach MG, Brandom BW, Allen GC, Gronert GA, Lehman EB.** Cardiac arrests and deaths associated with malignant hyperthermia in north america from 1987 to 2006: a report from the north american malignant hyperthermia registry of the malignant hyperthermia association of the United States. *Anesthesiology.* 2008;108:603-11.
14. **Strazis KP, Fox AW.** Malignant hyperthermia: a review of published cases. *Anesth Analg.* 1993;77:297-304.
15. **Brady JE, Sun LS, Rosenberg H, Li G.** Prevalence of malignant hyperthermia due to anesthesia in New York State, 2001-2005. *Anesth Analg.* 2009;109:1162-6.
16. **Hannallah RS, Kaplan RF.** Jaw relaxation after a halothane/succinylcholine sequence in children. *Anesthesiology.* 1994;81:99-103.
17. **Lazzell VA, Carr AS, Lerman J, Burrows FA, Creighton RE.** The incidence of masseter muscle rigidity after succinylcholine in infants and children. *Can J Anaesth.* 1994;41:475-9.
18. **Maghsoudi B, Khademi B.** Succinylcholine-induced masseter muscle rigidity during bronchoscopic removal of a tracheal foreign body. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2005;69:1283-5.
19. **Moncrief JA.** Complications of burns. *Ann Surg.* 1958;147(4):443-75.
20. **Gronert GA.** Cardiac arrest after succinylcholine: mortality greater with rhabdomyolysis than receptor upregulation. *Anesthesiology.* 2001;94:523-9.
21. **Matthews JM.** Succinylcholine-induced hyperkalemia. *Anesthesiology.* 2006;105:430.
22. **Bettelli G.** Which muscle relaxants should be used in day surgery and when. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2006;19:600-5.
23. **Mallon WK, Keim SM, Shoenberger JM, Walls RM.** Rocuronium vs. succinylcholine in the emergency department: a critical appraisal. *J Emerg Med.* 2009;37:183-8.
24. **Murphy GS.** Residual neuromuscular blockade: incidence, assessment, and relevance in the postoperative period. *Minerva Anesthesiol.* 2006;72:97-109.
25. **Kim KS, Lew SH, Cho HY, Cheong MA.** Residual paralysis induced by either vecuronium or rocuronium after reversal with pyridostigmine. *Anesth Analg.* 2002;95:1656-60.
26. **Murphy GS, Szokol JW, Franklin M, Marymont JH, Avram MJ, Vender JS.** Postanesthesia care unit recovery times and neuromuscular blocking drugs: a prospective study of orthopedic surgical patients randomized to receive pancuronium or rocuronium. *Anesth Analg.* 2004;98:193-200.
27. **Eikermann M, Groeben H, Hüsing J, Peters J.** Accelerometry of adductor pollicis muscle predicts recovery of respiratory function from neuromuscular blockade. *Anesthesiology.* 2003;98:1333-7.
28. **Eriksson LI, Sato M, Severinghaus JW.** Effect of a vecuronium-induced partial neuromuscular block on hypoxic ventilatory response. *Anesthesiology.* 1993;78:693-9.
29. **Adamus M, Koutná J, Neoral C.** [The incidence of postoperative residual curarization in the recovery room after rocuronium administration]. *Rozhl Chir.* 2007;86:11-6. En checo.
30. **Rose M, Fisher M.** Rocuronium: high risk for anaphylaxis? *Br J Anaesth.* 2001;86:678-82.
31. **Dewachter P, Mouton-Faivre C, Emala CW.** Anaphylaxis and anesthesia: controversies and new insights. *Anesthesiology.* 2009;111:1141-50.
32. **The Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland and British Society for Allergy and Clinical Immunology.** Suspected anaphylactic reactions associated with anaesthesia. Londres; 2003.
33. **Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA, Wells GA.** Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(2):CD002788.