



Revista Médica Sinergia
Vol. 7, Núm. 3, marzo 2022, [e774](#)



<https://doi.org/10.31434/rms.v7i3.774>



revistamedicasinergia@gmail.com

Fármacos inductores y paralizantes Una actualización en secuencia rápida de intubación

Inductive and paralyzing drugs
An update in rapid sequence of intubation

¹Dr. Kenneth Alfaro Hutchinson

Investigador independiente, San José, Costa Rica

 <https://orcid.org/0000-0003-1892-1169>

²Dr. Pablo Durán Monge

Investigador independiente, San José, Costa Rica

 <https://orcid.org/0000-0002-6293-1287>

³Dr. Esteban Eduardo Villalobos Vega

Investigador independiente, San José, Costa Rica

 <https://orcid.org/0000-0003-2521-0656>

Recibido
03/12/2021

Corregido
07/01/2022

Aceptado
10/02/2022

RESUMEN

La secuencia rápida de intubación (SRI) se define como la administración simultánea de un agente sedante y bloqueante neuromuscular para facilitar la intubación endotraqueal y disminuir posibles complicaciones. La SRI incluye una serie de pasos denominada las 7P's, del cual se hará énfasis desde el punto de vista farmacológico en la parálisis e inducción. Algunos de los medicamentos para realizar esto son los bloqueadores neuromusculares como la succinilcolina, atracurio, pancuronio, entre otros. Mientras que los sedantes se citan propofol, midazolam, etomidato y ketamina. La elección de dichos fármacos se debe de individualizar de acuerdo a la hemodinamia y la condición clínica de cada paciente en particular.

PALABRAS CLAVE: analgesia; intubación; agentes bloqueantes neuromusculares; tratamiento de urgencia

ABSTRACT

Rapid sequence intubation (SRI) is defined as the simultaneous administration of a sedative and neuromuscular blocking agent to facilitate endotracheal intubation and reduce possible complications. The SRI includes a series of steps called the 7P's, which will be emphasized from the pharmacological point of view in paralysis and induction. Some of the drugs to do this are neuromuscular blockers such as succinylcholine, atracurium, pancuronium, among others. While the sedatives are propofol, midazolam, etomidate and ketamine. The choice of these



drugs must be individualized according to the hemodynamics and clinical condition of each particular patient

KEYWORDS: analgesia; intubation; neuromuscular blocking agents; emergency treatment

¹Médico general, graduado de la Universidad Latina de Costa Rica (U.Latina). Cód. [MED16163](#). Correo: ken.hutch02@gmail.com

²Médico general, graduado de la Universidad de Iberoamérica (UNIBE). cod. [MED15417](#). Correo: pduram@hotmail.com

³Médico general, graduado de la Universidad de Iberoamérica (UNIBE). cod. [MED15475](#). Correo: evillalobos61@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La primera intubación de tráquea en humanos fue realizada por Curry en el año de 1792. La primera propuesta de una definición para intubación fue redactada en 1943 por el médico Sir Robert Macintosh (1). La secuencia rápida de intubación (SRI) se define como la administración simultánea de un agente sedante y bloqueante neuromuscular para facilitar la intubación endotraqueal y disminuir posibles complicaciones, como broncoaspiración, paro cardio-respiratorio y encefalopatía hipóxica, entre otros (2).

La inducción corresponde a la fase donde se administra un medicamento con cualidades sedantes, los cuales permiten generar amnesia, promover la respuesta simpática sistémica y mejorar las condiciones de intubación (3).

Otra de los elementos de la secuencia rápida de intubación consiste en realizar una adecuada relajación muscular, debido a que su aplicación facilita la intubación endotraqueal y reduce la posibilidad de desarrollar complicaciones inmediatas (4).

En la práctica médica diaria tanto a nivel intra como extrahospitalario es de vital importancia dominar los aspectos básicos de la SRI, y más relevante, conocer a profundidad los medicamentos utilizados y sus diferentes características farmacológicas. Es común observar en la práctica clínica que se utilice, frecuentemente, la misma secuencia de medicamentos para realizar la SRI, a pesar

de las variaciones fisiológicas y la gran variedad de fármacos que hoy en día existen.

Esta revisión bibliográfica tiene como objetivo ampliar el conocimiento de los diferentes fármacos utilizados en SRI y sus diferentes aplicaciones de acuerdo al contexto clínico de cada paciente.

MÉTODO

Se realiza una búsqueda bibliográfica en Scholar Google, UpToDate, Revistas de Cuidado Crítico y Anestesiología, Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Iberoamérica, Revista Española de Anestesiología y Reanimación, Repertorio de Medicina y Cirugía ELSEVIER, Acta Colombiana de Cuidado Intensivo, con las siguientes palabras claves: secuencia rápida de intubación, inductores intravenosos, bloqueantes neuromusculares. Se logra recopilar un total de 15 artículos científicos que van del periodo del 2018 hasta el 2021.

HISTORIA

Reseñas históricas indican que la primera intubación en seres humanos se realizó en 1792 por Curry con el método táctil, el cual fue el preferido hasta 1910; a pesar que en 1895 R. Kirsteb desarrolla el laringoscopio y el arte de la laringoscopia directa (1,2).

En 1858 Eugene Bouchut creó un tubo de metal, el cual permite la respiración y evita que las pseudomembranas que producen la difteria se alojan en la laringe (1,2).

La primera propuesta de definición para intubación fue redactada por Sir Robert Macintosh en 1943 el cual indica que este procedimiento consiste en la inserción de un tubo en el interior de la tráquea con el fin de ventilar, oxigenar, aspirar y proteger el árbol bronquial (1,2).

En el año 1970 Stept y Safar publicaron el primer protocolo de inducción-intubación donde se define por primera vez la secuencia rápida de intubación comprendida por 15 pasos, el cual establece, con gran aceptación popular, que el tiempo entre la colocación del tubo endotraqueal y la aplicación de los fármacos de inducción-relajación debe ser menor a 60 segundos (1,2,5).

SECUENCIA RÁPIDA DE INTUBACIÓN

La SRI comprende la administración simultánea de un agente sedante y un bloqueador neuromuscular. El conocimiento y la adecuada aplicación de estas fases por personal de la salud capacitado para trabajar con pacientes críticamente enfermos, define la tasa de éxito al realizar el procedimiento y la probabilidad para disminuir complicaciones, como lo son la hipoxemia, broncoaspiración, intubación esofágica, lesiones de vía aérea, entre otras (6).

A grandes rasgos, la SRI comprende 7 pasos (2,6):

1. Planificación y preparación
2. Preoxigenación
3. Pretratamiento
4. Sedación (inducción) con parálisis neuromuscular
5. Protección y posición del paciente
6. Comprobación del tubo endotraqueal o dispositivo avanzado de la vía aérea
7. Manejo postintubación.

En esta revisión bibliográfica se ampliarán únicamente los pasos relacionados con el punto de vista farmacológico de la SRI.

FARMACOLOGÍA

Relajantes musculares

Los relajantes neuromusculares se clasifican según el mecanismo de acción en despolarizantes o no despolarizantes (7,8):

• Agentes despolarizantes

- Succinilcolina: es un análogo de la acetilcolina (aCh) el cual estimula los receptores colinérgicos postsinápticos de la placa motora terminal produciendo una despolarización y posterior un bloqueo de la transmisión neuromuscular (7,8). Es el único agente despolarizante disponible para la práctica clínica, y una de las opciones más utilizadas en secuencia rápida de intubación debido a su rápido inicio y finalización (7,8).

La dosis es de 1-1,5mg/kg Intravenoso (IV) con un inicio de 45 a 60 segundos con una duración de 6 a 8 minutos, también se puede administrar de manera intramuscular (IM) con una dosis de 3-4 mg/kg y con un inicio de acción de 3 a 4 minutos (7,8). Sin embargo, no es un medicamento inocuo, se ha descrito riesgo de desarrollar:

- Hiperpotasemia: es el principal efecto secundario, produciendo elevaciones de potasio sérico hasta 0,5mEq/L, por lo cual pacientes que estén predispuestos a hiperpotasemias graves por patologías concomitantes deben de

valorarse utilizar otra opción terapéutica (7,8).

- **Hipertermia maligna:** la hipertermia maligna es un trastorno metabólico el cual incluye acidosis, rigidez muscular e hiperactividad simpática, tiene asociación con antecedentes heredofamiliares, y se produce secundario a la utilización de succinilcolina. Su tratamiento debe ser oportuno con técnicas de enfriamiento, sedación y dantroleno sódico de 1-2 mg/kg IV (7,8).
- **Fasciculaciones:** generadas por activación nicotínica de la succinilcolina. Las fasciculaciones tienen importancia en la SRI porque pueden generar secundariamente aumento de los niveles de la presión intracraneana. Este efecto adverso se puede prevenir realizando premedicación con un relajante muscular no despolarizante previo a la aplicación de succinilcolina. Se recomienda utilizar una décima parte de la dosis utilizada para la parálisis total (7).
- **Bradicardia:** el mecanismo farmacológico por el cual la succinilcolina genera bradicardia es mediante la acción de un metabolito inicial de dicho fármaco, conocido como succinilmonocolina; este sensibiliza los receptores muscarínicos cardiacos en el nódulo sinusal promoviendo un efecto parasimpaticomimético. La presencia de bradicardia es

más frecuente cuando se utilizan dosis repetidas de succinilcolina o si se coloca en infusiones prolongadas. El tratamiento de esta complicación se realiza con atropina. No existen grandes ensayos aleatorizados que demuestren que el pretratamiento con atropina para prevención de bradicardia tenga mayores beneficios (7).

- **Rabdomiólisis:** secundario a la producción de fasciculaciones, existe la posibilidad de que se genere rabdomiólisis, estado que puede promover la aparición de hiperpotasemia grave. En estos casos se deben iniciar medidas para la reducción de potasio sérico de manera inmediata. Se ha visto que el tratamiento hipopotasémico es menos eficaz en pacientes con hiperpotasemia relacionada con succinilcolina y rabdomiólisis secundario a la regulación positiva de los receptores de succinil y acetilcolina (7).

- **Agentes no despolarizantes**

Los agentes no despolarizantes actúan inhibiendo competitivamente los receptores de ACh postsinápticos de la placa motora terminal previniendo la despolarización y secundariamente las contracciones musculares. A diferencia de la succinilcolina no produce despolarización de la membrana, por lo cual no genera los efectos secundarios antes mencionados (7).

- **Atracurio:** procede de la familia de las benzinquinolonas. Es un Bloqueador neuromuscular de tipo no

despolarizante de duración intermedia. Otorga condiciones óptimas para intubación a los 3 minutos y su duración se extiende alrededor de los 40 minutos (7). Su eliminación es mediante degradación de Hoffman, la cual se da por esterasas plasmáticas no específicas. Dentro de sus precauciones de usos más importantes se encuentra que es un medicamento que libera histamina con lo que puede agravar o desencadenar hipotensión mediada por este proceso. Su dosis es de 0,5mg/kg en bolo (7).

- Rocuronio: es el agente de elección cuando la succinilcolina está contraindicada o cuando son necesarios bloqueos neuromusculares más prolongados. Entre los agentes no despolarizantes, es el de elección en SRI por su inicio de acción más rápido y tiempo de efecto más corto en comparación de los otros agentes no despolarizantes (7). Algunos medicamentos del pretratamiento y otros utilizados en pacientes crónicamente enfermos, pueden alterar los tiempos de inicio y duración del rocuronio. El remifentanilo retrasa la aparición de la parálisis en aproximadamente 30 a 45 segundos, el sulfato de magnesio prolonga la parálisis. El rocuronio, por su estructura esteroidea, tiene baja capacidad de liberación directa de histamina y no suele producir alteraciones hemodinámicas relevantes. Cuando se emplea a dosis altas y se administra en pocos segundos, tiene un discreto efecto vagolítico, lo que

puede producir aumentos de la frecuencia cardíaca.

Dentro de reacciones adversas descritas por el fabricante, las cuales son poco frecuentes, se encuentran el aumento de la resistencia vascular periférica, taquicardia ($\leq 5\%$; incidencia mayor en niños), hipertensión e hipotensión transitoria (8,9). La dosis es de 1 a 1,2mg/kg IV basándose en el peso corporal ideal. El tiempo de inicio es de 45 a 60 segundos y el tiempo de duración es de aprox 45 minutos. (7)

- Vecuronio: es un agente no despolarizante esteroideo con pocos cambios hemodinámicos, el cual no es utilizado como primera opción en SRI por su lento inicio en comparación al rocuronio o succinilcolina (8). Una dosis de 0,1 mg/kg, con un tiempo de inicio de 3 a 4 minutos, la duración clínica de la acción es de 25 a 50 minutos. (7,8)
- Pancuronio: el agente no debe ser utilizado para la SRI ya que puede producir liberación de histamina y taquicardia. Además, que los tiempos de inicio y duración son mayores comparados con otros agentes (7,8).
- Sedantes: los agentes de inducción o llamados sedantes son medicamentos utilizados en la SRI ya que brindan amnesia, respuesta simpática y mejora las condiciones de intubación (10). Cuando no se utilizan los agentes de sedación y se aplica únicamente un bloqueador neuromuscular el paciente está consciente de lo que está sucediendo, presenta dolor y no es capaz de responder ante lo

estímulos, permitiendo respuestas fisiológicas, como taquicardia, hipertensión y presión intracraneal elevada los cuales pueden ser perjudiciales a la hora de realizar una intubación (10).

- Etomidato: es un fármaco hipnótico-sedante derivado de imidazol el cual actúa directamente sobre receptores GABA, bloqueando la neuro excitación y produciendo anestesia. No presenta liberación de histamina y el efecto hipotensor es nulo. El etomidato reduce el flujo sanguíneo cerebral y la demanda metabólica de oxígeno cerebral, mientras mantiene la presión de perfusión cerebral (7). Se ha descrito supresión suprarrenal causada por este fármaco además de mioclonías, esta última sin mayor relevancia clínica. Administración por vía intravenosa en una dosis de 0,3 mg / kg, con un tiempo de efecto de 15 a 45 segundos y una duración de acción de 3 a 12 minutos (7).
- Ketamina: es un medicamento elaborado alrededor de los años 1960, cuyo uso en los 70's se popularizó en el ambiente militar. Es un agente inductor el cual actúa de manera distinta a los otros agentes sedantes. La ketamina se convierte en norketamina el cual es su metabolito activo, este actúa como un antagonista de los receptores NMDA (N-Metil-D-Aspartato) del sistema nervioso central (SNC) (2,11). Tiene características interesantes que los distinguen de otros agentes inductores, dentro de ellas, tiene la capacidad de producir analgesia, amnesia y sedación de manera conjunta. Otra característica

la cual la ha colocado en los últimos años como ideal en pacientes fisiológicamente agotados o con vías aéreas anatómicamente difíciles, es su capacidad de mantener estabilidad hemodinámica, ya que aumenta la frecuencia cardiaca, aumenta la presión arterial e induce a un estado en el cual produce anestesia preservando los tonos respiratorios del tallo encefálico (12). Se ha puesto en duda su utilización en trauma craneoencefálico (TCE) ya que se a descrito el aumento de la presión intracraneal secundario al uso de la ketamina, sin embargo se documentó que esta elevación no es significativa como para que comprometa la presión de perfusión cerebral. Otra propiedad de suma relevancia es su efecto broncodilatador, con lo que se vuelve atractivo en las circunstancias de crisis asmáticas severas, por citar un ejemplo (11,12). Si bien es cierto el perfil hemodinámico de la ketamina es muy noble, no se aleja de efectos secundarios y consideraciones importantes. Se ha reportado que en pacientes depletados de catecolaminas, la ketamina podría causar hipotensión severa, con lo cual la dosis debería de disminuir un 50% de lo habitual, pasando de 1-2mg/kg a 0,5-1mg/kg (11,12).

- Propofol: se trata de un alquilfenol, su presentación comercial está diluida en una emulsión lipídica, la cual otorga las peculiaridades de su farmacodinamia. Presenta rápido inicio de acción alrededor de 30 segundos y una vida media de 3 a 10 minutos, dada por redistribución (13).

Actúa a nivel de los receptores GABA del SNC como sedante y amnésico predominantemente, aunque también se le atribuye acción en receptores tipo NMDA. Por su rápido inicio de acción y rápida vida media es ampliamente utilizado, sin embargo dados sus efectos cardiodepresores, su uso no puede generalizarse en pacientes hipotensos, bradicardicos, o inclusive ancianos.

Se recomienda su uso a dosis de 1-3mg/kg por vía intravenosa (13,14).

- Midazolam: es un fármaco de la familia de las benzodiazepinas la cual se caracteriza por su alta potencia y duración ultracorta. Actúa sobre los receptores postsinápticos de GABA en el SNC, sistema límbico y formación reticular. Actúa aumentando la permeabilidad a los iones de cloro, hiperpolarizando la célula (2,15).

Posee un inicio de acción rápido, de 1 a 5 minutos, con una vida media luego de una dosis única de alrededor de 2 horas. Su metabolismo es hepático y posee metabolitos activos los cuales en presencia de insuficiencia renal crónica en estadios avanzados puede prolongarse su eliminación, otras comorbilidades que pueden aumentar su duración son la cirrosis, falla cardiaca, obesidad mórbida y pacientes de edad avanzada (15). No es un medicamento de primera línea como inductor y se asocia a episodios de hipotensión, bradicardia, apnea.

Se aconseja su uso en falta de otros inductores y su dosis recomendada

es de 0,05- 0,3mg/kg por vía intravenosa (2).

CONCLUSIONES

Existe una amplia gama de medicamentos los cuales pueden ser utilizados en la maniobra de SRI, no obstante, la elección de dichos fármacos deben va a depender del contexto del paciente, situación hemodinámica actual y comorbilidades previas.

Dentro de los fármacos paralizantes se prefiere el uso de succinilcolina sobre atracurio por su rápido inicio de acción y su vida media corta, esto aporta un perfil de seguridad en situaciones donde el manejo de la vía aérea conduce a la indeseada situación de, no puedo ventilar, no puedo oxigenar. Inclusive esta misma conclusión puede aplicarse sobre el rocuronio, además de su mayor costo económico; sin embargo el rocuronio tiene características importantes, donde su efecto histaminérgico es nulo y su perfil hemodinámico es muy estable, ideal en pacientes depletados fisiológicamente, asociado a esto, la posibilidad de reversión farmacológica crea en él, un rasgo atrayente.

Fármacos como Vecuronio y Pancuronio se pueden convertir en armas de doble filo y no son recomendados en SRI por sus largas vidas medias y lentos inicios de acción, lo que los vuelven poco o nada prácticos en el contexto del manejo de emergencias.

El inductor intravenoso ideal es aquel que pueda proporcionar amnesia, analgesia y anestesia mantenida o que evite el deterioro de la condición hemodinámica del paciente. Basándose en lo anterior por mucho la ketamina podría ser la predilecta en situaciones donde el paciente se encuentra inestable hemodinámicamente, sin embargo no es un medicamento perfecto.

Prevenir y reconocer efectos indeseados por el uso de este medicamento es obligación del clínico. Pese a que la ketamina es un medicamento que actualmente está en mucho auge, no todos los establecimientos de salud cuentan con él, dado esto, la necesidad de individualizar los pacientes y optimizar la dosis para un efecto deseado debe ser siempre pilar en el manejo de la vía aérea.

El manejo de la vía aérea no se puede enfocar en solo el paso del tubo endotraqueal a través de las cuerdas vocales, incluye muchos procedimientos y técnicas que previamente se deben de realizar y predecir.

La adecuada reanimación previo a la intubación endotraqueal, el paso del tubo endotraqueal al primer intento, adecuada selección de fármacos, adecuada corroboración de la posición del tubo endotraqueal, los cuidados post intubación son objetivos primordiales en este gran universo que es el manejo de la vía aérea.

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Alvarado Ferlini M. Secuencia de intubación rápida en el Servicio de Emergencias: una revisión bibliográfica. *Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Iberoamérica*. 2020; 5(3):1-9.
2. Zamarrón López EI, Pérez Nieto OR, Díaz Martínez MA, Sánchez Díaz JS, Soriano Orozco R, Guerrero Gutiérrez MA, et al. Secuencia de inducción rápida en paciente crítico. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2020; 20 (1): 23–32.
3. Dean C, Chapman E. Inducción de la anestesia. *Cuidados intensivos Anaesth med*. 2018; 19 (8): 383–388.
4. Swaminathan AK, Mallemat H. EXTRACCIÓN TEMPORAL: El rocuronio debe ser el paralizante predeterminado en la intubación de secuencia rápida. *Ann Emerg Med*. 2017; 71 (3): 397–398.
5. Sastre JA, López T, Gómez-Ríos MA, Garzón JC, Mariscal ML, Martínez-Hurtado E, et al. Práctica actual de la inducción de secuencia rápida en adultos: una encuesta nacional entre anestesiólogos en España. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2020;67(7):381–390.
6. Almarales JR, Saavedra MÁ, Salcedo Ó, Romano DW, Morales JF, Quijano CA, et al. Inducción de secuencia rápida para intubación orotraqueal en Urgencias. *Rev repert med cir*. 2016;25(4):210–218.
7. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. [cited 2021 Mar 18]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/neuromuscular-blocking-agents-nmbas-for-rapid-sequence-intubation-in-adults-outside-of-the-operating-room>
8. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. [cited 2021 Mar 24]. Available from: <https://www.uptodate.com/binasss.idm.oclc.org/contents/clinical-use-of-neuromuscular-blocking-agents-in-anesthesia>
9. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. [cited 2021 Mar 24]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/neuromuscular-blocking-agents-in-critically-ill-patients-use-agent-selection-administration-and-adverse-effects>
10. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. [cited 2021 Mar 24]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/induction-agents-for-rapid-sequence-intubation-in-adults-outside-the-operating-room?topicRef=270&source=see_link
11. Ian Ferguson ,Hatem Alkhouri, Toby Fogg, Anders Aneman. Ketamine use for rapid sequence intubation in Australian and New Zealand emergency departments from 2010 to 2015: A registry study. *Emergency Medicine Australasia* (2018) 10.1111/1742-6723.13114
12. Merelman AH, Perlmutter MC, Strayer RJ. Alternatives to Rapid Sequence Intubation: Contemporary Airway Management with Ketamine. *West J Emerg Med*. 2019;20(3):466-471. doi:10.5811/westjem.2019.4.42753
13. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. [cited 2021 May 19]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/propofol-drug-information?search=oxigenaci%C3%B3n%20apn&topicRef=270&source=see_link#F214549
14. Miles Beeny, Arno Crous Management of the airway in intensive care. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* 20:11, Elsevier, 2019
15. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. [cited 2021

May 19]. Available from:
https://www.uptodate.com/contents/midazolam-drug-information?search=oxigenaci%C3%B3n%20apnea&topicRef=270&source=see_link#F196402