



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
SECRETARÍA DE SALUD

**INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA**

Secuencia Rápida de Intubación Orotraqueal

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE SUBESPECIALISTA EN:

URGENCIAS PEDIÁTRICAS

PRESENTA:

**Dr. ANGEL MANUEL SANTACRUZ CASTAÑEDA**

TUTOR DE TESIS:

DR. MARIO ALBERTO ACOSTA BASTIDAS

MÉXICO, D.F.  
2014

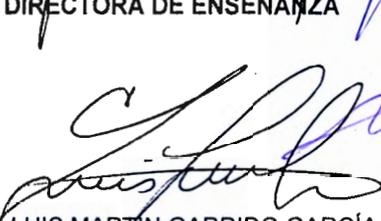


# SECUENCIA RÁPIDA DE INTUBACIÓN

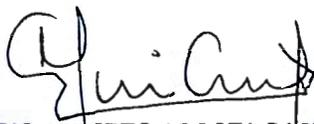
## OROTRAQUEAL



DRA. ROSAURA ROSAS VARGAS  
DIRECTORA DE ENSEÑANZA



DR. LUIS MARTÍN GARRIDO GARCÍA  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



DR. MARIO ALBERTO ACOSTA BASTIDAS  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO URGENCIAS  
PEDIÁTRICAS



DR. MARIO ALBERTO ACOSTA BASTIDAS  
TUTOR



## **SECUENCIA RÁPIDA DE INTUBACIÓN**

### **OROTRAQUEAL**

<b>1) INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2) ANATOMIA Y FISIOLÓGÍA</b>	<b>7</b>
<b>3) INDICACIONES</b>	<b>16</b>
<b>4) EQUIPO</b>	<b>22</b>
<b>4.1) Agentes Sedantes</b>	<b>24</b>
<b>4.2) Agentes Relajantes</b>	<b>30</b>
<b>4.3) Agentes Adyuvantes</b>	<b>32</b>
<b>5) PROCEDIMIENTO</b>	<b>33</b>
<b>5.1) Modificaciones de la SRI</b>	<b>37</b>
<b>6) COMPLICACIONES</b>	<b>40</b>
<b>7) BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>42</b>

## 1) Introducción

La intubación orotraqueal es probablemente el procedimiento de mayor importancia en la resucitación pediátrica. Para el paciente pediátrico que no está respirando de manera adecuada, la prioridad más inmediata es establecer una vía aérea y el método definitivo de llevar esto a cabo es la intubación orotraqueal. Los métodos para llevar a cabo este procedimiento se pueden dividir en dos grandes grupos de acuerdo al escenario clínico: intubación orotraqueal emergente y la intubación orotraqueal no emergente o electiva. Esta última, es un procedimiento que se lleva a cabo de manera programada en pacientes hemodinámicamente estables, con un estómago vacío y una evaluación previa de la vía aérea y los problemas potenciales que puede tener la misma. En el caso de las intubaciones emergentes que son las que generalmente se llevan a cabo en los servicios de urgencias y en ambientes prehospitalarios, los pacientes están gravemente enfermos con un deterioro clínico importante y siempre se debe de asumir que tienen un estómago lleno, lo cual los pone en un mayor riesgo de vomito y aspiración. La valoración de la vía aérea y sus probables complicaciones se debe de llevar a cabo de manera inmediata por personal calificado. La secuencia rápida de intubación (SRI) puede facilitar la intubación orotraqueal y disminuir las complicaciones de la misma en estas circunstancias (1, 2,3).

El concepto de secuencia rápida de inducción se refiere al procedimiento mediante el cual de manera estandarizada se administra sedación así como se induce una parálisis muscular para la intubación de un paciente. El procedimiento completo de una rápida secuencia de inducción así como la intubación orotraqueal de un paciente se denomina secuencia rápida de intubación (1). El término secuencia

rápida de intubación se usa con mayor frecuencia en medicina de urgencias, mientras que el término secuencia rápida de inducción se usa más en anestesiología (2). Como ya se mencionó, el propósito de este procedimiento es el permitir una intubación segura así como el disminuir la posibilidad de una neumonitis por aspiración (1,4). La SRI minimiza o previene varias de las respuestas del paciente al estímulo que provoca la intubación, tales como vómito, tos, pausas respiratorias o laringoespasmos. El procedimiento y sus modificaciones también pueden limitar los efectos adversos fisiológicos de la intubación como elevación de la presión intracraneana, hipertensión e hipotensión sistémicas, arritmias cardíacas y elevación de la presión intraocular. Por último, la SRI permite una adecuada visualización de la vía aérea mediante la laringoscopia en situaciones en las que generalmente es muy difícil o imposible como en pacientes que se encuentran convulsionando, poco cooperadores o bien combativos (1).

Muchos escenarios clínicos requieren la modificación del procedimiento estándar de SRI en uno o varios pasos. Por ejemplo, los relajantes musculares no deben de administrarse en aquellos pacientes que se encuentran respirando espontáneamente y se considere de manera inicial que la ventilación con mascarilla y bolsa válvula o la intubación serán difíciles. En estos casos, la parálisis muscular seguida de la imposibilidad para poder intubar al paciente provocará apnea sin una vía aérea permeable y por lo tanto la muerte del paciente. En esta situación, la sedación sin parálisis muscular está indicada con la finalidad de no eliminar la función respiratoria. Otras modificaciones de la SRI implica la utilización de fármacos alternativos para la sedación y relajación o bien, la utilización de agentes adyuvantes para evitar la elevación de la presión

intracraneana (pacientes con edema cerebral o lesiones intracraneanas que provoquen efecto de masa) o colapso circulatorio para el paciente con inestabilidad hemodinámica y choque secundario a hipovolemia, bajo gasto cardiaco o alguna otra causa. Los agentes con efecto vasodilatador o depresores de miocardio que puedan agravar una alteración hemodinámica preexistente deben de ser administrados con extrema precaución o bien evitados. En las circunstancias antes mencionadas se pueden utilizar medicamentos que además de favorecer una adecuada secuencia de inducción pueden elevar la presión arterial sistémica o bien disminuir la presión intracraneana de acuerdo al escenario clínico en el que se encuentre el paciente (1).

De manera habitual la SRI implica una adecuada preoxigenación del paciente con la administración de oxígeno con mascarilla con una concentración al 100% mientras el paciente se encuentra respirando de manera espontánea. La ventilación con mascarilla y bolsa válvula no se lleva a cabo tras la administración de los agentes para la inducción con la finalidad de evitar el riesgo de vómito previo a la intubación por la entrada de aire al estómago. Sin embargo, los pacientes con compromiso respiratorio previo, así como hipoxemia es probable que no toleren un breve periodo de apnea a pesar de una adecuada preoxigenación. Este tipo de pacientes por lo tanto, requiere de una adecuada ventilación con mascarilla y bolsa válvula durante 45 a 90 segundos con oxígeno al 100% hasta que se haya logrado el efecto máximo del relajante muscular y por lo tanto se pueda llevar a cabo el intento de intubación orotraqueal (1).

En los pacientes que se encuentren en estado de gravedad secundario a trauma o bien a enfermedades. La SRI debe ser llevada a cabo por un médico urgenciólogo,

un anestesiólogo o bien por el médico que esté disponible en ese momento y que tenga la mayor experiencia y familiaridad con el procedimiento. Ya que el riesgo de complicaciones en este tipo de pacientes durante el procedimiento de SRI es elevado. Los sitios adecuados en el hospital para la realización de este procedimiento pueden ser el departamento de urgencias, la terapia intensiva o el quirófano (1).

Lo más importante a considerar en cuanto a la SRI es que es un procedimiento que tiene como finalidad eliminar cualquier esfuerzo respiratorio y la habilidad del paciente para proteger y mantener permeable la vía aérea. Por lo tanto, este procedimiento debe de realizarse cuando haya una indicación real con todos los cuidados y precauciones que requiere y debe de llevarse a cabo por personal con experiencia y familiarizado con el procedimiento (1).

## **2) Anatomía y Fisiología**

La anatomía y fisiología de la vía aérea en el paciente pediátrico es un factor fundamental a considerar para la SRI. El paciente pediátrico con una probable vía aérea difícil representa un reto y requiere de una evaluación previa por el médico que llevará a cabo la SRI, ya que la supresión del esfuerzo respiratorio espontáneo del paciente previo a obtener una vía aérea segura puede ser muy peligroso en este tipo de paciente. Por lo tanto, la identificación previa de este tipo de pacientes es de vital importancia (1).

A su vez es importante considerar en cualquier paciente pediátrico la fisiología de los reflejos de protección de la vía aérea así como la posibilidad en la mayoría de los casos de un estómago lleno y por lo tanto la posibilidad de aspiración y

neumonitis, complicación que es propósito fundamental de este procedimiento evitar. Por último, el médico que va realizar una SRI debe de estar familiarizado de una manera óptima con las propiedades farmacológicas y los efectos fisiológicos de los fármacos utilizados para la realización de una SRI (1).

En muchas ocasiones se puede identificar previo a la realización de una SRI al paciente pediátrico que tiene una vía aérea difícil. Desafortunadamente esto no siempre es posible, aún cuando es un procedimiento que puede llevarse a cabo de manera electiva. En las circunstancias de urgencia en las que el procedimiento se debe de llevar a cabo en el menor tiempo posible, el médico que llevará a cabo la SRI debe de hacer una rápida y efectiva valoración de la vía aérea del paciente y en la medida de lo posible debe de tener la certeza de que la ventilación con mascarilla bolsa válvula así como la intubación orotraqueal no serán en extremo difíciles o bien imposibles. Si el tiempo lo permite el obtener una historia clínica así como los antecedentes de importancia por parte del padre puede ser útil en determinar una vía aérea difícil. El tener conocimiento de una anomalía congénita, problemas previos para la intubación orotraqueal o una historia de dificultad respiratoria (mientras duerme el paciente, durante la alimentación o infecciones respiratorias superiores) pueden indicar una vía aérea difícil. Una amplia variedad de anomalías congénitas se han asociado con una vía aérea difícil. Algunos ejemplos son el síndrome de Klippel-Feil, síndrome de Down, acondroplasia, la secuencia de Pierre Robin, síndrome de Treacher-Collins, síndrome de Marfan, síndrome de Cornelia de Lange, síndrome de Moebius, y displasias óseas familiares. El abordaje para cada paciente de los antes mencionados se puede llevar a cabo entendiendo las anomalías o dificultades de cada uno de estos

síndromes para una SRI sobre todo cuando el procedimiento se llevará a cabo de manera electiva y con un tiempo suficiente (1).

Es importante la realización siempre de una adecuada exploración física en todo paciente candidato a una SRI ya que de esta manera se pueden identificar características anatómicas que pueden hacer más compleja o no exitosa una laringoscopia directa o bien una ventilación manual como la micrognatia. A continuación se presenta en la tabla 1 algunas anomalías congénitas que pueden condicionar una vía aérea difícil (1).

<b>Anomalías congénitas que pueden condicionar una vía aérea difícil</b>
Micrognatia
Macroglosia
Paladar hendido u ojival
Protrusión de incisivos superiores
Cavidad oral pequeña
Movilidad limitada de la articulación temporomandibular
Limitación de la movilidad de la columna cervical

**Tabla 1**

Modificado de Christopher King MD, FACEP; Fred M. Henretig MD, FAAP. Rapid Sequence induction. En: Textbook of pediatric emergency procedures 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 128 – 145.

A su vez, se debe de considerar la posibilidad de una laringoscopia complicada cuando el paciente presenta ciertas anomalías adquiridas. Para el paciente con una probable lesión cervical que se encuentra inmovilizado con un collar cervical se puede dificultar la laringoscopia directa por la limitación en la extensión

y flexión del cuello así como en la apertura de la cavidad oral. De hecho este escenario es probablemente el más común para una intubación orotraqueal fallida. A continuación se presenta en la tabla 2 algunas anomalías adquiridas que pueden condicionar una vía aérea difícil (1).

<b>Anomalías adquiridas que pueden condicionar una vía aérea difícil</b>
Ronquera
Estridor
Salivación excesiva
El paciente que mantiene una sola postura
Quemaduras faciales
Trauma contuso o penetrante de cuello
Fracturas faciales
Trauma en cavidad oral
Epiglotitis
Absceso retrofaringeo
Cuerpo extraño

**Tabla 2**

Modificado de Christopher King MD, FACEP; Fred M. Henretig MD, FAAP. Rapid Sequence induction. En: Textbook of pediatric emergency procedures 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 128 – 145.

Es fundamental recordar que la parálisis muscular y en menor grado la sedación son factores importantes a considerar en el escenario de un paciente con una probable vía aérea difícil, si el paciente tiene una adecuada función respiratoria previo a la SRI. Ya que una vez administrados el fármaco relajante y sedante

puede ser difícil intubar o bien ventilar al paciente que se encontraba previamente con una respiración espontánea y por lo tanto una situación que no era de urgencia se torna urgente (1,4).

Por otro lado, el paciente que requiere de intubación orotraqueal inmediata que no tiene una función respiratoria adecuada y para el que la ventilación con mascarilla bolsa válvula no es suficiente (Ej.: el caso de una crisis convulsiva con apnea e imposibilidad para lograr una adecuada apertura de la cavidad oral, vómitos y una hipoxia persistente y progresiva) la presencia de una vía aérea potencialmente difícil no debe de frenar al médico para realizar las maniobras necesarias para una SRI a pesar del riesgo de falla. En estas situaciones los riesgos de una muerte por deterioro de la función respiratoria sobrepasan a los riesgos de una SRI (1).

Los reflejos de protección de la vía aérea superior que de manera habitual son útiles para evitar la aspiración de contenidos en la tráquea y pulmones pueden ser un obstáculo a considerar para llevar a cabo una intubación orotraqueal. La manipulación e instrumentación de la vía aérea puede provocar náuseas, tos, rigidez mandibular, incremento en la producción de secreciones y laringoespasmos. Todos los reflejos antes mencionados deben de ser suprimidos para que una intubación orotraqueal sea exitosa y sin lesiones o traumatismos. La fisiología de los mecanismos que regula estos reflejos es compleja. La irritación de la vía aérea superior y de la mucosa gástrica estimula al noveno par craneal o glosofaríngeo y al décimo par craneal o vago que se proyectan al núcleo del fascículo solitario en la médula. La náusea y la tos son provocados por impulsos nerviosos transmitidos del núcleo del fascículo solitario medular a vías eferentes motoras de la vía respiratoria superior, diafragma así como músculos intercostales y abdominales.

Por otro lado, tractos nerviosos del núcleo del fascículo solitario a la médula activan el centro del vómito que induce emésis por contracción de la musculatura abdominal, cierre de la glotis, apertura del esfínter esofágico inferior e incremento en la salivación. Esta respuesta medular emética también puede ser estimulada por el área postrema del tallo cerebral que es sensible a sustancias estimulantes que circulan en el torrente sanguíneo. Una respuesta simpática que resulta de la estimulación del núcleo del fascículo solitario puede causar un incremento en la frecuencia cardíaca y en la presión arterial sanguínea, que a su vez puede causar disrritmias así como incremento en la presión intracraneana. La respuesta más significativa a la manipulación orofaríngea en el paciente pediátrico es la transmisión del núcleo del fascículo solitario al núcleo dorsal vagal, produciendo bradicardia. Debido a que el gasto cardíaco en los lactantes y preescolares depende más de cambios en la frecuencia cardíaca que en el volumen latido, la presencia de bradicardia puede tener un efecto negativo en la presión arterial sistémica (1).

Cualquier paciente en el que se va a llevar a cabo una SRI se debe de considerar que tiene un estómago lleno. Un estómago lleno puede ser resultado de ingesta reciente de alimentos (8 horas previas) o líquidos (2 horas previas) o bien retardo en el vaciamiento gástrico secundario a obstrucción intestinal, trauma, dolor, embarazo, incremento de la presión intracraneana o choque. El asumir que el paciente tiene un estómago lleno significa que tiene riesgo de emésis así como aspiración subsecuente de contenido gástrico a la tráquea y pulmones. Los factores que incrementan este riesgo incluyen agitación, náuseas o tos persistente y elevación de la presión intragástrica como resultado de la entrada de gas al

estómago durante la ventilación con mascarilla bolsa válvula o al tragar sangre o aire. La respuesta con náusea y posible vómito provocada por la estimulación de la faringe puede ser suprimida con agentes farmacológicos los cuales también reducen o eliminan el cierre de la epiglotis sobre la apertura glótica que previene la aspiración de vómito o regurgitación de contenido gástrico si esto ocurre (1).

Las propiedades farmacológicas ideales de los medicamentos utilizados en la SRI son un inicio rápido de acción con un corto tiempo de duración del efecto. Las características anatómicas y fisiológicas de los pacientes pediátricos pueden influir de manera considerable en estas propiedades. El inicio del efecto así como la duración del mismo depende de los compartimientos corporales totales de grasa, agua y músculo. El agua corporal total va de un 75 a un 80% de la composición corporal en un neonato, disminuyendo a la proporción del adulto en un 60% a los 6 meses de edad aproximadamente. Esta es la razón de por que los pacientes pequeños requieren una dosis mayor inicial basada en peso de fármacos solubles en agua en comparación con los adultos.

Por otro lado, los fármacos que dependen de su redistribución a la grasa y tejido muscular para concluir su efecto van a tener una mayor duración en los pacientes más pequeños por que tienen un menor contenido de tejido graso así como de tejido muscular. Con los pacientes más grandes la vida media de un fármaco va a ser generalmente más corta, por que una mayor proporción del gasto cardiaco es entregada al hígado y los riñones, favoreciendo un metabolismo más rápido del fármaco (1).

Los efectos principales que se esperan de los fármacos para la intubación son sedación, analgesia y relajación muscular. La sedación generalmente se lleva a

cabo con barbitúricos, benzodiacepinas y/o opiodes. Los barbitúricos tienen varias acciones en el sistema nervioso central que producen sedación. Más importante, los barbitúricos potencializan las acciones inhibitorias del GABA (ácido gamma-aminobutírico), que se lleva a cabo incrementando la conducción del cloro y disminuyendo la despolarización provocada por el glutamato. También hay evidencia de depresión del potencial de acción calcio dependiente. El etomidato es un compuesto imidazol carboxilado que induce anestesia a través de la modulación de la neurotransmisión mediada por el GABA. A pesar de no ser un barbitúrico, el mecanismo de acción de este último fármaco es similar al de los barbitúricos (1).

Las benzodiacepinas también potencializan la acción inhibitoria del GABA, pero aún no se ha determinado del todo su mecanismo de acción y efectos. La inhibición neurológica por parte de los opiáceos es relativamente compleja. Hay tres categorías conocidas de receptores de opiáceos en el sistema nervioso central. La analgesia es producida por péptidos endógenos y exógenos que se unen al receptor  $\mu$  en el cerebro, receptor  $\delta$  en la médula espinal y receptor  $\kappa$  tanto en cerebro como en médula espinal. La inhibición en estos sitios se lleva a cabo por la reducción en la liberación de neurotransmisores así como inhibición de la adenilato-ciclasa en los receptores  $\mu$  e  $\kappa$ . Hay evidencia también de que hay inhibición de los canales de calcio en los receptores  $\delta$ . La activación de los receptores opiodes causa una disminución en la sensación de dolor así como modificación en la percepción de un estímulo como doloroso. Por ejemplo, las sustancia gris periacueductal en el mesencéfalo contiene receptores  $\kappa$  y  $\mu$ , y agonistas en estos sitios inhiben el procesamiento de información nociceptiva de

la médula espinal. Además, hay un importante número de receptores  $\text{A}\mu$  en el locus ceruleus, que es responsable de sentimientos de alarma, pánico, miedo y ansiedad. La inhibición en estos receptores incrementa la tolerancia para el dolor y el estrés psicológico asociado (1).

La relajación muscular es producida en la placa terminal motora por agentes despolarizantes o bien por agentes no despolarizantes competitivos. Normalmente, la liberación de acetilcolina por la membrana presináptica causa adición de potenciales eléctricos en orden para formar un potencial de acción que estimula la contracción muscular. Los agentes despolarizantes mimetizan a la acetilcolina y se unen directamente al receptor postsináptico de acetilcolina, causando la despolarización de todo el tejido musculoesquelético. Esto puede ser evidente como una contracción difusa y aleatoria de las fibras musculoesqueléticas conocidas como fasciculaciones. Seguidas de una parálisis flácida que se mantiene hasta que los receptores postsinápticos nuevamente recuperan la habilidad de transmitir un estímulo eléctrico (1).

Los agentes no despolarizantes de manera competitiva inhiben los receptores postsinápticos nicotínicos para la acetilcolina por lo cual la despolarización no puede ocurrir. Estos agentes son normalmente metabolizados conforme transcurre el tiempo a formas menos activas, que más tarde son de manera fácil desplazadas por la acetilcolina. Ambos tipos de relajantes musculares no tienen efecto directo sobre el sistema nervioso central y no disminuyen el estado de alerta. El utilizar estos agentes sin una correcta sedación mantiene al paciente en un estado de alerta pero con la imposibilidad de moverse o respirar (1).

### **3) Indicaciones**

La secuencia rápida de inducción es llevada a cabo para facilitar la intubación orotraqueal. Por lo tanto las indicaciones de la SRI en el servicio de urgencias son en parte determinadas por las indicaciones para la intubación de urgencia. No todos los pacientes que requieren de intubación de urgencia son candidatos adecuados para la SRI. En general la SRI está indicada para pacientes con compromiso de la vía aérea o compromiso ventilatorio que no pueden ser intubados sin el uso de sedantes y relajantes musculares o que van a tener un mayor riesgo de complicaciones sin el uso apropiado de estos fármacos y técnicas (1).

Las indicaciones para las modificaciones de la SRI dependen de las circunstancias clínicas específicas. Como se ha mencionado anteriormente, incluso en las mejores circunstancias la SRI es un procedimiento desafiante y potencialmente peligroso, y por lo tanto debe de ser llevado a cabo únicamente cuando el médico considere que la intubación orotraqueal se puede llevar a cabo con rapidez. Si la intubación es retardada o bien no se puede llevar a cabo, la subsecuente administración de presión positiva con mascarilla bolsa válvula puede incrementar la presión intragástrica, disminuyendo la complianza pulmonar e incrementando el riesgo de aspiración. En el peor escenario, la ventilación con mascarilla bolsa válvula puede ser inefectiva y por lo tanto un adecuado soporte respiratorio imposible de administrar. Por estas razones, la SRI debe de llevarse a cabo solo después de que la vía aérea ha sido evaluada a fondo y se ha determinado que se puede llevar a cabo una intubación orotraqueal o bien al menos, que la ventilación

con mascarilla y bolsa válvula con presión cricoidea se puede llevar a cabo de manera oportuna (1).

La primera interrogante en determinar si una SRI está indicada debe de ser: ¿El paciente requiere intubación inmediata?

Hay siete indicaciones principales para una intubación de urgencia que a continuación se enumeran:

- 1) Mantenimiento de la vía aérea
- 2) Protección de la vía aérea
- 3) Administración de presión positiva
- 4) Administración de oxígeno
- 5) Administración de fármacos de reanimación cardiopulmonar por vía orotraqueal
- 6) Acceso a la tráquea para aspiración
- 7) Soporte respiratorio cuando otros dispositivos no son suficientes en el paciente inestable

Numerosas enfermedades así como traumas pueden causar suficiente compromiso respiratorio en el paciente pediátrico para requerir de una intubación orotraqueal de urgencia. Como sea, en ciertas circunstancias la intubación va a ser necesaria pero no inmediata. Algunos pacientes con falla respiratoria inminente pueden estar lo suficientemente estables para ser transferidos a un área como la terapia intensiva o el quirófano si esto permite realizar la intubación orotraqueal con mayor seguridad. En estos casos, soporte respiratorio temporal puede administrarse como sea necesario mediante ventilación asistida o controlada utilizando una mascarilla bolsa válvula (1).

Si la intubación es necesaria y no se puede retrasar, la segunda pregunta a responder es: ¿El paciente puede ser intubado sin sedación o relajación muscular? Muchas intubaciones en el servicio de urgencias se llevan a cabo en pacientes moribundos, y por lo tanto, no se requiere de fármacos para evitar el movimiento o sedación del paciente (1). La SRI no está indicada en el paciente con paro cardiorrespiratorio, en los pacientes en paro cardiorrespiratorio es recomendable una intubación sin una SRI ya que la SRI requiere de más tiempo y su beneficio es dudoso en esta situación (2).

Muchos médicos prefieren hacer un intento solo con sedación y no relajación cuando esto se puede llevar a cabo sin riesgo para el paciente. Como sea, hay muchas situaciones en las que una intubación en un paciente despierto sin una adecuada sedación o relajación también puede ser peligrosa o bien con pocas posibilidades de éxito desde el inicio. Por ejemplo, el paciente que se encuentra combativo con la mandíbula firme y la cavidad oral imposible de abrir. En este caso una intubación exitosa será imposible. El intentar una intubación sin sedación así como sin relajación puede causar traumatismo y sangrado, que van a hacer los intentos posteriores más complicados y el riesgo de aspiración se incrementará. Por consiguiente, para el paciente que requiere una intubación inmediata y esta no se puede llevar a cabo de manera segura sin sedación y relajación, una SRI estándar está indicada (1).

Como ya se mencionó anteriormente, la tos, náuseas y vómitos como resultado de la manipulación de la vía aérea causan un incremento en la presión intracraneana. Por esta razón, una modificación de la SRI también llamada inducción neurológica o intubación neurológica debe de ser considerada para cualquier paciente

pediátrico con posibilidad de tener hipertensión intracraneana. Una inducción neurológica simplemente se refiere a medidas especiales que se llevan a cabo para evitar un incremento mayor de la presión intracraneana que puede producir hipoperfusión cerebral, edema cerebral y en casos extremos herniación. Estos pacientes se presentan con condiciones como trauma de cráneo grave, disfunción de una válvula de derivación ventrículo peritoneal y tumores de sistema nervioso central. Para una inducción neurológica, el tiopental se usa generalmente como sedante ya que es un fármaco neuroprotector previniendo la elevación de la presión intracraneana durante los estímulos que ocurren en la SRI. Además, la lidocaína intravenosa también se puede administrar ya que también va a disminuir la posibilidad de elevación de la presión intracraneana. La administración de relajante muscular se debe de realizar siempre para suprimir los reflejos de la vía aérea y autonómicos, el agente de elección para esta situación es controversial y no hay una indicación absoluta para un fármaco específico. La apnea prolongada posterior a la administración del relajante muscular debe de evitarse ya que la hipercapnia es un factor que incrementa la presión intracraneana y por otro lado provoca hipoxia cerebral lo cual se debe de evitar de manera absoluta siempre en este tipo de pacientes. Es importante señalar que el tiopental tiene un efecto depresor del miocardio y por lo tanto se debe de administrar en bajas dosis y frecuentes si así se requiere y evitar su administración en pacientes con evidencia de hipovolemia así como de bajo gasto cardiaco. Para el paciente que se encuentra cursando con un cráneo hipertensivo así como también con un estado de choque se debe de considerar otro sedante como opción (1).

Hay otras entidades clínicas que requieren de consideraciones especiales para la SRI. Por ejemplo, el paciente con un trauma abierto del globo ocular no debe de recibir succinilcolina o ketamina, ya que estos dos agentes incrementan la presión intraocular y pueden causar extrusión del vítreo. Además, como con el tiopental, otros medicamentos pueden provocar hipotensión en pacientes con compromiso cardiovascular y deben de evitarse en estas situaciones. Para el paciente con un estado asmático que requiere de intubación, la ketamina puede ser una muy buena elección como sedante ya que es cardioestable e incrementa la presión arterial y por otro lado produce broncodilatación (1).

Muchos médicos prefieren intubar al paciente neonatal sin relajación e incluso sin sedación. Esto generalmente es más apropiado en la sala de partos, donde el grado de urgencia y la falta de acceso venoso pueden imposibilitar la administración de medicamentos. La SRI debe de llevarse a cabo en el servicio de urgencias de manera sistemática en pacientes de todas las edades cuando esté indicada. Por lo menos, un agente sedante debe de considerarse incluso en los pacientes más pequeños (1).

Aunque son pocas, hay algunas contraindicaciones importantes para una SRI. Por ejemplo, cualquier paciente que se encuentre apneico y sin pulso debe de llevarse a cabo la intubación endotraqueal como parte de la reanimación sin retraso alguno. Los agentes farmacológicos son innecesarios en esta situación. De manera similar, un paciente que se encuentra moribundo secundario a cualquier enfermedad grave como una sepsis, tal vez no vaya a obtener ningún beneficio con una SRI. En estas situaciones, como ya se mencionó previamente, el llevar a cabo una SRI va agregar una complejidad al manejo del paciente. Prolongará de

manera potencial el periodo de una oxigenación inadecuada así como una ventilación inadecuada sin incrementar la seguridad de la intubación. Como ya también se menciono previamente, la SRI estándar está relativamente contraindicada cuando el paciente tiene una o más condiciones asociadas con una vía aérea potencialmente difícil y está respirando de manera espontánea o solo requiere de oxígeno al 100%, presión positiva continua de la vía aérea o asistencia mínima con mascarilla bolsa válvula. De ser necesaria la intubación orotraqueal, el procedimiento se puede llevar a cabo con la administración de sedante únicamente. En estos casos, los relajantes musculares se deben de evitar por lo menos hasta comprobar que se puede proporcionar una adecuada ventilación con mascarilla bolsa válvula. Esto se realiza con la administración de sedantes que permitan de manera inicial llevar a cabo una ventilación asistida y después controlada con mascarilla bolsa válvula sin eliminar los reflejos de protección de la vía aérea. Además, los agentes relajantes musculares no despolarizantes deben de ser evitados generalmente en todos los pacientes que cursan con una enfermedad neuromuscular (Ej. Werdnig-Hoffman, miastenia gravis o distrofia muscular de Duchenne), ya que la parálisis se puede mantener por un periodo mucho mayor de tiempo. En estos casos, las benzodiacepinas se pueden utilizar de manera exclusiva o bien de manera conjunta con un opiáceo. Succinilcolina, un relajante muscular despolarizante, está absolutamente contraindicado en pacientes que cursan con hiperkalemia, susceptibilidad a desarrollar una hipertermia maligna y enfermedades neuromusculares desmielinizantes por el riesgo de poder inducir un paro cardiorrespiratorio. Finalmente, la SRI está contraindicada para cualquier paciente que está respirando de manera

espontánea con sospecha de neumotórax a tensión, tamponade cardiaco o una masa mediastinal que comprima el corazón, los grandes vasos o la vía aérea de gran calibre. Con estos pacientes, los agentes sedantes pueden causar de manera directa o indirecta vasodilatación y depresión miocárdica que pueden precipitar un colapso circulatorio. En los pacientes con masas mediastinales anteriores, el bloqueo neuromuscular va afectar el tono muscular intrínseco, que ayuda a mantener la permeabilidad de la vía aérea intratorácica. El colapso de la vía aérea resultado de la compresión por parte de la masa puede hacer la intubación orotraqueal inefectiva para proporcionar soporte ventilatorio ya que la obstrucción ocurre por debajo de la punta de la cánula endotraqueal. Con masas grandes esta catastrófica complicación puede ocurrir incluso con el uso de sedantes. Por consiguiente, estos pacientes deben de ser intubados con una precaución extrema y cuando es estrictamente necesario, de manera ideal con el paciente despierto, sentado y solo con la administración de anestésico tópico (1).

#### **4) Equipo**

El equipo necesario para llevar a cabo una SRI se encuentra enlistado en la tabla 3. Los pacientes deben de contar por lo menos con un acceso intravenoso ya sea periférico o central y los fármacos que se van a utilizar deben de estar en jeringas etiquetadas con el nombre del medicamento (1).

<b>Equipo para una secuencia rápida de intubación</b>
Equipo estándar para intubación orotraqueal
Monitorización de ritmo y frecuencia cardiaca
Monitorización de tensión arterial
Oximetría de pulso
Capnografía
Línea intravenosa
Cinta para fijar el tubo orotraqueal
Atropina
Lidocaína
Tiopental
Midazolam
Propofol
Etomidato
Ketamina
Fentanyl
Succinilcolina
Vecuronio
Pancuronio
Rocuronio

**Tabla 3**

Modificado de Christopher King MD, FACEP; Fred M. Henretig MD, FAAP. Rapid Sequence induction. En: Textbook of pediatric emergency procedures 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 128 – 145.

La clasificación general de medicamentos utilizados para llevar a cabo una SRI se describe a continuación:

#### 4.1 Agentes sedantes

Barbitúricos: Los barbitúricos son sedantes potentes. De esta clase de drogas, el tiopental es el más comúnmente utilizado para la SRI. Es un agente de acción rápida, logrando su efecto en 10 a 40 segundos <sup>(1,3)</sup>. La duración del efecto depende de la velocidad de redistribución a la grasa y el músculo pero generalmente va de los 10 a 30 minutos <sup>(1,3)</sup>. El tiopental disminuye la demanda metabólica del cerebro y por consiguiente el flujo sanguíneo cerebral. Es por lo tanto un agente excelente para el paciente del que se tiene la sospecha o certeza de aumento de la presión intracraneana. El tiopental también posee un efecto anticonvulsivo. Otro barbitúrico utilizado en la SRI es el Methohexital, el cual tiene características similares al tiopental, aunque una importante diferencia es que este último puede provocar convulsiones <sup>(1)</sup>.

Con el tiopental hay que considerar varias precauciones ya que es un fármaco que provoca depresión miocárdica así como vasodilatación. En pacientes con depresión miocárdica preexistente o hipovolemia, puede causar hipoperfusión asociada con hipotensión. Normalmente los barorreceptores detectan una baja presión sanguínea y compensan con una taquicardia refleja. Pero el paciente hipovolémico con taquicardia puede ser incapaz de poder incrementar aún más la frecuencia cardíaca y por lo tanto pueden iniciar posteriormente con hipotensión. Los pacientes con una enfermedad cardiovascular de base pueden no tener una adecuada perfusión coronaria o cerebral en estas circunstancias. Por lo tanto, en cualquier paciente con hipovolemia o enfermedad cardiovascular no se debe de

administrar tiopental o bien, si no hay otro fármaco que se pueda utilizar como sustituto. El tiopental se debe de administrar en dosis bajas de 1-3mg/kg y se debe de infundir lentamente vigilando la presión arterial (1).

Un punto importante a considerar en relación con el tiopental es que no tiene efecto analgésico. Por lo tanto puede ocurrir una respuesta de catecolaminas en el paciente causando hipertensión arterial sistémica así como también incremento de la presión intracraneana en respuesta a la intubación o bien a otros estímulos dolorosos. Por estas razones, es conveniente administrar de manera conjunta con tiopental un analgésico, sobretodo, si hay evidencia de hipertensión intracraneana. Para el paciente que se encuentra normotenso, la dosis de tiopental va de 3 a 6mg/kg. Si el paciente se encuentra hipotenso pero el tiopental es el fármaco de elección (Ej. Cráneo hipertensivo) la dosis es menor, generalmente de 1 a 3mg/kg como ya se mencionó previamente (1).

**Benzodiazepinas:** Las benzodiazepinas producen amnesia, sedación e hipnosis. También tienen efectos ansiolíticos así como anticonvulsivos. Midazolam así como diazepam son las benzodiazepinas más comunes para la SRI. El midazolam es el de primera elección debido a su rápido y consistente inicio de acción, corta duración así como ausencia de dolor en la inyección. Su inicio de acción es de 30 a 120 segundos con una duración de 5 a 30 minutos (1,3), mientras que el diazepam tiene un inicio de acción de 1 a 3 minutos y una duración de 10 a 30 minutos. Este último si puede ocasionar dolor así como flebitis en el sitio de inyección. Ambas no causan incremento de la presión intracraneana. Aunque las benzodiazepinas no tienen una repercusión hemodinámica tan importante como los barbitúricos, si pueden causar una disminución leve de tensión arterial

secundario a una disminución de las resistencias vasculares, las benzodiazepinas tampoco tienen un efecto analgésico por lo que se recomienda su administración conjunta con agentes como el fentanyl o bien la ketamina.

La dosis recomendada de midazolam va de 0.1 a 0.3mg/kg <sup>(1,3)</sup>.

**Narcóticos:** Los narcóticos como fentanyl y morfina producen analgesia así como sedación. El fentanyl tiene un inicio de acción rápido ya que atraviesa muy rápido la barrera hematoencefálica por su liposolubilidad que va de 1 a 3 minutos y una duración corta que va de 30 a 60 minutos. La morfina tiene un inicio de acción de 5 a 6 minutos y una duración de 3 a 4 horas. Por su rapidez el fentanyl es el narcótico de elección para la SRI y es un agente que de manera frecuente se utiliza de manera conjunta con las benzodiazepinas ya que su efecto sedante es menor. Es un agente con mayor seguridad desde el punto de vista cardiovascular en comparación con la morfina ya que solo produce una disminución leve en la frecuencia cardíaca que se puede prevenir con la administración conjunta de algún vagolítico como la atropina. La dosis para la SRI va de 2 a 10µg/kg <sup>(1)</sup>.

**Ketamina:** Es un anestésico disociativo que rápidamente produce sedación, analgesia así como amnesia. Segundos posteriores a su administración intravenosa el paciente se encuentra sedado así como sin respuesta al dolor. A pesar de que el paciente se pueda mantener despierto ya que no tiene efecto directo sobre el sistema activador reticular ascendente, el efecto de sedación generalmente va de 5 a 20 minutos <sup>(1,3)</sup>. El efecto anestésico puede ser más prolongado. Se pueden presentar alucinaciones y delirio tras la administración de la ketamina una vez que empieza a finalizar su efecto, sobre todo en los

adolescentes y adultos. La administración conjunta con una benzodiazepina puede disminuir estos efectos (4).

La ketamina tiene propiedades que la hacen el fármaco de elección en la intubación del paciente asmático. Favorece la liberación de catecolaminas endógenas, dilata el músculo bronquial liso, así como estimula receptores a nivel pulmonar que mejoran la complianza y revierte el broncoespasmo. También incrementa las secreciones orofaríngeas así como traqueoendobronquiales, que en algunas circunstancias puede reducir la formación de tapones de moco. Sin embargo, el incremento en las secreciones antes mencionado puede dificultar la visualización de la vía aérea durante la laringoscopia y por lo tanto se requiere de la administración conjunta de atropina en la SRI. Los efectos simpaticomiméticos de la ketamina causan un incremento en la frecuencia cardíaca, gasto cardíaco así como tensión arterial. Por lo tanto, también es el fármaco de elección para el paciente que se encuentra con hipotensión sobretudo de etiología séptica. La ketamina produce un incremento en la presión intracraneana por vasodilatación cerebral así como incremento en la presión arterial sanguínea. A pesar de lo anterior la importancia clínica de estos efectos no se ha determinado del todo y de hecho hay evidencia actual que sugiere la posibilidad de un efecto neuroprotector de la ketamina. Sin embargo, actualmente no está indicada en escenarios de un paciente con un cráneo hipertensivo (1).

La dosis intravenosa de la ketamina va de 1 a 2 mg/kg o bien también se puede administrar por vía intramuscular con una dosis de 4 a 10mg/kg, la dosis óptima intramuscular para procesos que requieren de sedación es de 4 a 5mg/kg (1).

Propofol: El propofol es un agente no opioide, no barbitúrico, sedante hipnótico que no se encuentra relacionado con otros agentes hipnóticos. La gran ventaja de este fármaco es que es altamente lipofílico y por lo tanto tiene un efecto muy rápido de 10 a 20 segundos así como una duración de 10 a 15 minutos. También disminuye el metabolismo cerebral así como la presión intracraneana (1).

Es un fármaco que puede provocar hipotensión así como depresión respiratoria y apneas, se ha descrito un síndrome de acidosis metabólica grave en los pacientes pediátricos con las infusiones de este medicamento así como reacciones alérgicas de importancia por la lecitina de huevo que contiene. La dosis estándar de inducción del propofol es de 2.5mg/kg intravenoso (1).

Etomidato: Es un imidazol no barbitúrico hipnótico que es de uso común en la SRI en el adulto. Tiene un inicio de acción rápido de 5 a 15 segundos, y una duración del efecto que va de 5 a 20 minutos (1,3). Es seguro desde el punto de vista hemodinámico y tiene un efecto neuroprotector ya que disminuye la presión intracraneana y el metabolismo cerebral. Por lo anterior para muchos es el agente de elección para pacientes con hipotensión y trauma. Por otro lado, es un fármaco que carece de propiedades analgésicas, un efecto secundario importante a considerar es la disminución de la función adrenocortical, sobretodo, cuando se utiliza como infusión continua ya que provoca inhibición de la 11-beta-hidroxilasa. Por lo tanto, no se recomienda en los pacientes con sepsis. Sin embargo este efecto secundario con dosis únicas para la SRI no está bien establecido (1). Pocos estudios prospectivos en adultos reportan que puede causar insuficiencia suprarrenal aguda en el paciente en estado crítico hasta por un periodo de 24 horas posteriores a su administración (4).

La dosis para la SRI de etomidato va de 0.3 a 0.5mg/kg intravenoso (1).

A continuación se presenta en la tabla 4 los principales fármacos utilizados en la actualidad para la sedación en una SRI de los antes mencionados. Considerando su dosis, inicio de acción, duración, beneficios y efectos secundarios (3).

Fármaco	Dosis	Inicio de acción	Duración	Beneficios	Efectos secundarios
Tiopental	3-6 mg/kg	30-40 seg	10-30 min	Disminuye PIC	Hipotensión, laringoespasmos y apnea
Midazolam	0.1 mg/kg	1-2 min	20-30 min	Reversible, amnésico y anticonvulsivante	Apnea de acuerdo a dosis
Ketamina	1-2 mg/kg	1 min	5-20 min	Broncodilatador, amnesia disociativa	Incremento de secreciones, probable incremento de PIC
Etomidato	0.3 mg/kg	Menor de 1 min	10-20 min	Disminuye PIC, disminuye presión intraocular, mantiene presión sanguínea	Mioclónicas, excitación, vómitos, supresión adrenal.

Tabla 4

Modificado de Marianne Gausche-Hill MD, FAAP, FACEP, Susan Fuchs MD, FAAP, FACEP, Loren Yamamoto MD, MPH, MBA, FAAP, FACEP. Rapid Sequence intubation. En: APLS The Pediatric Emergency Medicine Resource 4<sup>th</sup> ed. Boston: Jones and Bartlett, 2004: 702-710.

#### 4.2 Agentes relajantes

Agentes despolarizantes (succinilcolina): Es el único agente despolarizante que se utiliza en la SRI. Actúa uniéndose al receptor de ACh en la placa motora, causando una despolarización prolongada del músculo (fasciculaciones) y parálisis subsecuente. Tiene un inicio de acción rápido de 20 a 60 segundos y una duración del efecto de 5 a 10 minutos. Muchos expertos consideran que por la rapidez con la que se logra el efecto así como su corta duración es el relajante muscular de elección para la SRI. Por otro lado, tiene varios efectos secundarios así como contraindicaciones relativas y absolutas. Por su similitud con la acetilcolina, la succinilcolina provoca varios grados de estimulación vagal, que van desde una bradicardia leve hasta una bradicardia profunda e incluso asistolia. Los pacientes pediátricos son más susceptibles a estos efectos vagales, que se van incrementando con dosis repetidas. Por lo anterior es recomendable la administración de atropina en el lactante de manera previa a la administración de succinilcolina. Puede provocar fasciculaciones previo al efecto de parálisis. La contracción del diafragma y de los músculos abdominales puede causar un incremento en la presión intragástrica que puede favorecer la regurgitación durante la SRI. Otro efecto secundario es el incremento de potasio sérico lo cual en ciertos grupos con factores de riesgo puede provocar arritmias ventriculares así como asistolia <sup>(1)</sup>.

Para escolares y adolescentes, la dosis estándar de succinilcolina es de 1 a 1.5 mg/kg. Para lactantes y preescolares la dosis puede ser mayor y va de 1.5 a 2mg/kg <sup>(1)</sup>.

Agentes no despolarizantes (Pancuronio, Rocuronio, Vecuronio): Estos agentes bloquean la neurotransmisión muscular por una inhibición competitiva del receptor de la ACh en la placa motora terminal. A diferencia de los agentes despolarizantes, no tienen capacidad de neurotransmisión y estos agentes previenen la contracción muscular (1).

El pancuronio es un agente de acción prolongada. El tiempo en el que se alcanza su efecto a una dosis de 0.1mg/kg es de 90 segundos en los lactantes y de 3 minutos en escolares y adolescentes. La duración del efecto es de aproximadamente de 40 a 90 minutos (1).

El vecuronio es un agente de acción intermedia, no despolarizante. A una dosis de 0.1mg/kg (la dosis estándar utilizada para intubación electiva) tiene inicio de acción en un periodo de 1 a 3 minutos y una duración de 75 minutos en los lactantes y de 35 a 55 minutos en los escolares y adolescentes. Incrementando la dosis a 0.3mg/kg, la recomendación usual para la SRI, se acorta el inicio de acción a un periodo de 40 a 60 segundos y por lo tanto se previene el riesgo de hipoxia así como de vómito y aspiración previo a la laringoscopia. A esta dosis más elevada la duración del efecto es de al menos 75 minutos en los niños (1).

El rocuronio es un agente que tiene un inicio de acción más rápido y una duración del efecto menor en comparación con el vecuronio así como pancuronio. Alcanza su efecto en un periodo de 35 a 180 segundos y la duración del efecto va de los 24 a 45 minutos (3). Por lo antes mencionado, el rocuronio es el agente de elección para la SRI con una dosis de rocuronio 0.6 a 1mg/kg y 0.3mg/kg de vecuronio con las cuales el tiempo de inicio efecto es de 90 y 60 segundos respectivamente (1).

A continuación se presenta en la tabla 5 los agentes no despolarizantes más utilizados en la actualidad para la relajación muscular en la SRI de los antes mencionados. Considerando su dosis, inicio de acción, duración y efectos secundarios (3).

Fármaco	Dosis	Inicio de acción	Duración	Efectos secundarios
Rocuronio	0.6 a 1 mg/kg	1 – 3 min	30 a 45 min	Taquicardia
Vecuronio	0.15 a 0.28 mg/kg	2 – 4 min	60 a 120 min	Recuperación prolongada en pacientes obesos y aquellos con disfunción hepatorenal

**Tabla 5**

Modificado de Marianne Gausche-Hill MD, FAAP, FACEP, Susan Fuchs MD, FAAP, FACEP, Loren Yamamoto MD, MPH, MBA, FAAP, FACEP. Rapid Sequence intubation. En: APLS The Pediatric Emergency Medicine Resource 4<sup>th</sup> ed. Boston: Jones and Bartlett, 2004: 702-710.

#### 4.3 Agentes adyuvantes

**Atropina:** Es un antagonista del receptor de acetilcolina que incrementa la frecuencia cardíaca por 30 minutos aproximadamente. Este efecto vagolítico también bloquea la bradicardia secundaria a manipulación de la vía aérea así como por la administración de acetilcolina. La atropina se debe de utilizar siempre

en la SRI en pacientes menores de un año de edad. Puede ser útil en la disminución de secreciones para lograr una adecuada laringoscopia en cualquier SRI (1). Para lograr ese último efecto se debe de considerar un tiempo de 15 - 30 minutos una vez que se ha administrado la atropina (4).

La dosis para premedicar previo a la intubación es de 0.02mg/kg, con una dosis mínima de 0.1mg y una dosis máxima de 0.4mg. Un paciente que tenga un peso menor de 5 kg no debe recibir dosis menores que 0.1mg/kg ya que puede inducir bradicardia a una dosis menor (1).

Lidocaina: Es un agente antiarrítmico así como anestésico local que se utiliza como premedicación para la SRI. Ya que bloquea el incremento de la presión intracraneana durante la intubación así como ante cualquier estímulo doloroso y también suprime el efecto de tos. Los mecanismos de acción de este fármaco no están bien establecidos, pero se cree que atenúa la respuesta adrenérgica y fisiológica a la laringoscopia y a la intubación orotraqueal. A pesar de que aún no está bien determinada su eficacia para evitar el incremento de la presión intracraneana, de manera rutinaria se continúa administrando de manera intravenosa 2 a 3 minutos previos a la intubación para el paciente del que se sospecha que pueda tener incremento de la presión intracraneana.

La dosis previa a la intubación orotraqueal es de 1 a 2 mg/kg administrada intravenosa 2 a 3 minutos previo a la laringoscopia (1).

## **5) Procedimiento**

A continuación se hará una descripción de la SRI estándar así como las modificaciones de este procedimiento en situaciones clínicas específicas.

El éxito fundamental de la SRI es la participación y la habilidad de al menos tres médicos: el primero, para llevar a cabo una adecuada preoxigenación con una concentración de oxígeno al 100% y la intubación. El segundo, para realizar la presión cricoidea y el tercero para administrar de manera correcta los medicamentos. De manera ideal debe haber un líder en el equipo de reanimación cuya única finalidad debe de ser monitorizar el estado clínico del paciente y dirigir para bien del paciente el procedimiento (1).

La oxigenación y ventilación se mantienen por una ventilación espontánea, asistida o controlada durante el procedimiento. Se debe de obtener un acceso venoso así como se debe de iniciar la monitorización de la frecuencia cardíaca, la tensión arterial así como la saturación de oxígeno. Es importante siempre designar el rol de cada participante, determinar una posición que permita un acceso cómodo y rápido al paciente, verificar la permeabilidad del acceso intravenoso y verificar el adecuado funcionamiento de todo el equipo que será utilizado en la SRI (1).

Cuando todo lo anterior se ha verificado se procede a la preoxigenación del paciente con la administrado de una FiO<sub>2</sub> al 100% por medio de mascarilla facial. En condiciones favorables esto ocurre mientras el paciente respirar de manera espontánea oxígeno al 100% por medio de una mascarilla con reservorio de no reinhalación con la finalidad de saturar toda la hemoglobina del paciente con oxígeno (1,3). Tres minutos de respiraciones espontáneas con una concentración de oxígeno al 100% permite un período de apnea segura sin desaturación en un paciente sano. La administración de presión positiva con una bolsa mascarilla reservorio puede esperar hasta la intubación orotraqueal y la vía aérea se

encuentra protegida. Esto minimiza el riesgo de vómito y de aspiración evitando la insuflación de aire al estómago con lo cual se favorece al incremento de la presión intragástrica que frecuentemente ocurre durante la administración de presión positiva con una bolsa mascarilla y reservorio. Algo muy importante a considerar es que el paciente con una capacidad funcional residual disminuida o cualquier patología pulmonar de base va a desaturar de una manera más rápida a pesar de una adecuada preoxigenación (1).

Para el paciente que se encuentra con una respiración espontánea se pueden llevar a cabo algunas ventilaciones asistidas con una bolsa reservorio mascarilla durante la fase de preoxigenación. Ya que esto puede dar la seguridad de que se puede ventilar al paciente sin complicaciones una vez que se ha paralizado y que no se pueda intubar el paciente por alguna complicación (1).

Un adecuado sello con la mascarilla en la cara del paciente, la permeabilidad de la vía aérea así como cualquier dificultad que se identifique para aplicar una adecuada presión positiva debe de ser evaluada de una manera meticulosa (1).

No se recomienda la administración de agentes relajantes si hay la certeza o bien dudas de no poder llevar a cabo la ventilación con bolsa mascarilla de manera correcta. En estos casos el llevar a cabo una SRI con el paciente despierto administrando agentes sedantes como sea necesario puede ser una opción correcta (1).

A continuación se muestra la tabla 6 con los medicamentos y las dosis de cada uno de estos agentes para la SRI estándar. El agente sedante y el relajante muscular se administran de manera rápida justo antes de la intubación. La atropina se puede administrar en cualquier momento durante la fase de

preoxigenación. Como ya se mencionó anteriormente hay una variedad de agentes sedantes así como de relajantes musculares que de acuerdo a las características del paciente se hará la elección de manera específica de alguno de ellos. En los centros pediátricos es frecuente que se considere de elección para llevar a cabo la relajación el rocuronio o bien vecuronio (1).

<b>Medicamentos y dosis para una SRI estándar</b>
<u>Vagolítico</u> Atropina 0.02 mg/kg (dosis mínima 0.1mg y máxima 0.4mg)
<u>Sedación</u> Tiopental 3 a 6 mg/kg Si el paciente está hipotenso usar ketamina 1 a 2 mg/kg, o midazolam 0.1 a 0.3 mg/kg, o etomidato 0.3 a 0.5 mg/kg
<u>Bloqueo neuromuscular</u> Succinilcolina 1.5mg/kg Si está contraindicada succinilcolina usar vecuronio 0.3 mg/kg, o rocuronio 1 mg/kg

**Tabla 6**

Modificado de Christopher King MD, FACEP; Fred M. Henretig MD, FAAP. Rapid Sequence induction. En: Textbook of pediatric emergency procedures 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 128 – 145.

Independientemente de los agentes seleccionados para la SRI la laringoscopia se debe de llevar a cabo tan pronto como se compruebe que el paciente se encuentra hipotónico así como con apnea. Ya que esto indica que el paciente ya se

encuentra lo suficientemente paralizado para la inserción de un tubo endotraqueal sin el riesgo de provocar el reflejo tusígeno así como nauseoso (1).

Una vez que se ha llevado a cabo la colocación del tubo endotraqueal, el siguiente paso es auscultar ambos campos pulmonares y si se tiene el recurso se debe de utilizar capnógrafo para determinar la posición correcta del tubo endotraqueal. Es importante fijar el tubo endotraqueal en el lugar que le corresponda así como se debe de colocar una sonda nasogástrica y solicitar una radiografía de tórax para verificar la correcta posición del tubo endotraqueal (1).

#### 5.1 Modificaciones de la SRI

Muchas ocasiones las circunstancias ideales para llevar a cabo una SRI no son las adecuadas. Sobretudo si se trata de una situación de emergencia. A menudo se pueden presentar uno o varios problemas que van a requerir una modificación en cuanto a la SRI. Un escenario que requiere modificaciones en cuanto a la SRI es en el que el paciente cursa con incremento de la presión intracraneana (SRI neurológica) con la finalidad de evitar con el procedimiento de SRI un incremento mayor en la presión intracraneana. En esta situación es muy importante evitar la hipoxemia, hipercapnia, hipertensión e hipotensión sistémicas, exceso de presión positiva así como estímulos dolorosos. En este tipo de paciente se puede utilizar durante la fase de premedicación algunos agentes adicionales en relación con la SRI estándar como se muestra en la tabla 7. Después de que la atropina se ha administrado, se puede administrar fentanyl ya que se ha visto que disminuye la respuesta presora así como el incremento de la presión intracraneana que ocurre con la laringoscopia tanto en niños como en adultos. Se debe de administrar 30 a

60 segundos previos a la intubación durante la fase de preoxigenación. Ya que este medicamento tiene efecto depresor en el sistema nervioso central y en la respiración. La eliminación inmediata de obstrucción por tejidos blandos, iniciar presión positiva y succión pueden ser necesarios. Como un adyuvante la lidocaina a dosis de de 1 a 1.5 mg/kg se administrará inmediatamente antes de administrar el agente sedante. La lidocaina puede disminuir el incremento de la presión intracraneana durante la intubación (1).

El tiopental (3-6 mg/kg) es el agente sedante de elección en pacientes con sospecha de hipertensión intracranena ya que tiene un efecto neuroprotector. Como ya se mencionó con anterioridad si hay datos de inestabilidad hemodinámica se puede proporcionar a dosis bajas de 1 a 3mg/kg o bien utilizar algún otro agente como midazolam (0.1 a 0.3 mg/kg) o etomidato (0.3 a 0.5 mg/kg). Para la relajación tanto los agentes despolarizantes como no despolarizantes pueden ser utilizados en la SRI neurológica. En los pacientes pediátricos se prefiere utilizar agentes como vecuronio (0.3mg/kg) o rocuronio (1mg/kg) y no succinilcolina por el riesgo de fasciculaciones e incremento de la presión intracraneana (1).

<b>Medicamentos y dosis para una SRI neurológica</b>
<u>Premedicación</u> Atropina 0.02 mg/kg ( dosis mínima 0.1 mg y máxima 0.4mg) Fentanyl 1 µg/kg Lidocaína 1 mg/kg
<u>Sedación</u> Tiopental 3 a 6 mg/kg Si el paciente está hipotenso usar midazolam 0.2 a 0.3 mg/kg, o fentanyl 1 a 5 µg/kg, o etomidato 0.3 a 0.5 mg/kg, o tiopental 1 a 3 mg/kg
<u>Bloqueo neuromuscular</u> Vecuronio 0.3 mg/kg, o rocuronio 1 mg/kg

**Tabla 7**

Modificado de Christopher King MD, FACEP; Fred M. Henretig MD, FAAP. Rapid Sequence induction. En: Textbook of pediatric emergency procedures 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 128 – 145.

Para el paciente que se encuentra hipotenso pero no en riesgo de incremento de presión intracraneana y requiere de una SRI, la ketamina es una buena elección (1 a 2mg/kg) ya que provoca la liberación de catecolaminas endógenas que mantiene o bien causa elevación de la presión intracraneana, a su vez, la ketamina también es una excelente elección para el paciente asmático o con broncoespasmo que requiere de una SRI ya que la ketamina es un potente broncodilatador pero que también causa incremento de las secreciones de la vía aérea y de saliva pudiendo

esto complicar la laringoscopia por lo que se recomienda administrar atropina previamente (1).

## **6) Complicaciones**

La aspiración es una complicación seria de la SRI, ya que la técnica se lleva a cabo en pacientes que generalmente cursan con un estómago lleno. La presión cricoidea, el evitar la ventilación con mascarilla bolsa reservorio y el uso adecuado de los diversos agentes farmacológicos puede disminuir este riesgo. Si se requiere de la utilización de mascarilla bolsa válvula, se debe de utilizar proporcionando el mínimo necesario de presión inspiratoria para evitar la entrada excesiva de aire en el estómago. La adecuada posición de la vía aérea con la consecuente eliminación de la obstrucción por tejidos blandos y el limitar la administración de volúmenes corrientes, con presiones pico por debajo de 15 a 20 cm de H<sub>2</sub>O disminuyen el riesgo de incrementar la presión intragástrica (1).

La estimulación simpática asociada con la laringoscopia y la intubación puede permitir que ocurra el colapso cardiovascular, particularmente cuando el paciente cursa con hipoxemia, isquemia miocárdica, o un bajo gasto cardiaco. Además los efectos vagotónicos de la laringoscopia predominan en los lactantes y los pacientes preescolares pudiendo condicionar bradicardia así como asistolia. Ambas complicaciones se pueden evitar con la correcta elección y administración de agentes mencionados previamente. Muchos expertos recomiendan la administración sistemática de atropina en el paciente pediátrico antes de la intubación para evitar la bradicardia así como disminuir las secreciones respiratorias (1).

Un incremento mayor de la presión intracraneana en un paciente con esta condición o bien susceptibilidad a la misma puede ocurrir durante la SRI si esta no se lleva a cabo de manera correcta. Todo paciente con sospecha de incremento de la presión intracraneana por una masa ocupativa o bien edema cerebral generalizado deben de ser sometidos a una SRI neurológica (1).

Una sedación inadecuada durante la SRI puede condicionar hipertensión sistémica, disritmias e isquemia miocárdica. Aún más grave resulta la posibilidad de que el paciente sin una sedación adecuada y relajación muscular pueda estar consciente durante el procedimiento. Si la laringoscopia se lleva a cabo antes de que el paciente sea sedado así como relajado de una manera correcta el paciente puede toser, vomitar o cursar con cambios cardiovasculares adversos. Por otro lado si el periodo de apnea previo a la intubación orotraqueal es prolongado se puede condicionar una hipoxemia profunda. Por lo tanto, el médico debe de esperar el tiempo suficiente hasta que los fármacos tengan su efecto y una vez que esto ocurre proceder de manera inmediata a la intubación (1).

Por último, la falla de intubación en un paciente paralizado requiere de la administración inmediata de presión positiva con un dispositivo de bolsa válvula mascarilla para favorecer una adecuada ventilación ya que si no se lleva a cabo esta medida los resultados pueden ser catastróficos (1).

## 7) Bibliografia

- 1) Christopher King MD, FACEP; Fred M. Henretig MD, FAAP. Rapid Sequence induction. En: Textbook of pediatric emergency procedures 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 128 – 145.
- 2) Gary R. Fleisher, Stephen Ludwig. Emergency Airway Management-Rapid Sequence Intubation. En: Textbook of Pediatric Emergency Medicine 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010: 75-84.
- 3) Marianne Gausche-Hill MD, FAAP, FACEP, Susan Fuchs MD, FAAP, FACEP, Loren Yamamoto MD, MPH, MBA, FAAP, FACEP. Rapid Sequence intubation. En: APLS The Pediatric Emergency Medicine Resource 4<sup>th</sup> ed. Boston: Jones and Bartlett, 2004: 702-710.
- 4) Nichols David G. Airway Management. En: Roger's Textbook of Pediatric Intensive Care 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 303-322.