

Inducción anestésica de secuencia rápida

J. Lloréns Herrerías*

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. Hospital General Universitario. Valencia.

Resumen

Las técnicas de inducción de secuencia rápida (ISR) se diseñan con el objetivo de reducir el riesgo de aspiración en aquellos casos en que éste se halla anormalmente elevado. Su campo de aplicación se halla frecuentemente en el ámbito quirúrgico, especialmente cuando la intervención tiene un carácter urgente, pero también cuando se requiere intubación traqueal en situaciones de urgencia tanto intra como extrahospitalaria. En estas últimas, las técnicas de ISR se han mostrado seguras en su doble objetivo de reducir el riesgo de aspiración y proveer unas condiciones adecuadas de intubación. La multiplicidad de situaciones clínicas en que pueden considerarse indicadas determinan la necesidad de individualizar la combinación de fármacos a utilizar en cada caso. Los condicionantes al realizar esta selección son no sólo los dos objetivos mencionados y las características particulares de cada caso, sino también el riesgo de presentación de una intubación difícil imprevista. Precisamente este último factor y los buenos resultados obtenidos con los opiáceos de efecto breve han generado, en los últimos años, un gran interés por las técnicas de ISR que prescindan de los bloqueantes neuromusculares. No obstante, los datos disponibles no son concluyentes. A menudo los diferentes estudios son difícilmente comparables entre sí, sea porque las pautas utilizadas presentan pequeñas diferencias en la combinación de fármacos, en la dosificación de uno o más de ellos o en la forma de administrarlos, o porque los criterios utilizados para definir la idoneidad de las condiciones de intubación son diferentes.

Palabras clave:

Anestesia, intratraqueal. Inducción de secuencia rápida. Anestésicos, intravenosos: tiopental, propofol, etomidato, ketamina. Anestésicos, inhalatorios: sevoflurano. Opiáceos: alfentanilo, remifentanilo. Agentes bloqueantes neuromusculares: succinilcolina, rocuronio, rapacuronio.

*Jefe de Servicio

Correspondencia:

Julio Lloréns Herrerías.
Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor.
Hospital General Universitario de Valencia. Avda. Tres Creus, s/n.
46014 Valencia.
E-mail: jllorrens@comcas.es

Aceptado para su publicación en enero de 2003.

Rapid-sequence anesthetic induction

Summary

Rapid-sequence induction (RSI) techniques are designed to reduce the risk of aspiration in cases where risk is high. ISR is often for surgery, particularly under emergency conditions, but is also found in procedures requiring emergency tracheal intubation inside and outside the hospital. ISR techniques have proven safe for reducing the risk of aspiration and providing good conditions for intubation in such situations. The great variety of clinical situations that can be involved means that the combination of drugs to be used should be individualized for each case. In addition to the two objectives of RSI named and the particular nature of a case, the risk of presenting unforeseen difficult intubation is yet another factor affecting choice of drugs. Precisely because of this last factor and the good results obtained with short-acting opiates, great interest has developed in recent years in RSI that does not use neuromuscular blocking agents. However, conclusive data are unavailable. Studies are often difficult to compare because of small differences in the combination of drugs, the dosing of one or more of them, the route of administration, or because the criteria used to define ideal intubation conditions are different.

Key words:

Anesthesia: intratracheal, rapid-sequence induction. Anesthetics, intravenous: thiopental, propofol, etomidate, ketamine. Anesthetics, volatile: sevoflurane. Opiates: alfentanil, remifentanil. Neuromuscular blocking agents: succinylcholine, rocuronium, rapacuronium.

Introducción

Se considera como inducción de secuencia rápida (ISR) a toda técnica de inducción anestésica diseñada con el objetivo de reducir al mínimo el tiempo durante el cual la vía aérea queda desprotegida, proporcionando, no obstante, las condiciones adecuadas para la

laringoscopia directa y la intubación traqueal. Su indicación, por tanto, se da en todos los casos en que, siendo necesario practicar una inducción anestésica y/o una intubación traqueal, exista un riesgo anormalmente elevado de aspiración traqueal¹. Se acepta, de forma convencional, que la ISR debe permitir la intubación en un tiempo no superior a 60 s transcurridos desde que la administración de los fármacos compromete la competencia de los reflejos laríngeos. No obstante, no hay datos que permitan afirmar que el riesgo de aspiración sea realmente mayor cuando la intubación se produce entre los 60 y 120 s desde la administración del bloqueante neuromuscular o la inducción de la apnea¹. De forma precisa, la ISR está indicada en cualquiera de las circunstancias que se enumeran en la Tabla I. Además, el riesgo de regurgitación y aspiración se incrementa cuando concurre un aumento del volumen y/o de la presión intragástricos como en los casos de: (a) Insuflación de aire/oxígeno durante la ventilación con mascarilla facial, (b) aumento de la producción de jugo gástrico (hipoglucemia, ingesta de alcohol...), y (c) disminución del vaciamiento gástrico: gastroparesia diabética, estimulación simpática (dolor, agresión, ansiedad). Finalmente, la presencia de hipotensión o la administración previa de opiáceos son, así mismo, factores que incrementan el riesgo de aspiración en los casos referidos en la Tabla I.

Las formas en que se presentan estas indicaciones son, habitualmente, las siguientes: (a) los pacientes que van a ser sometidos a anestesia general y requieren la aplicación de una ISR por presentar alguno de los factores causales citados, (b) los casos que son objeto de intubación traqueal en el medio extrahospitalario, y (c) los que lo son en el área de urgencias del hospital.

(a) En el período perioperatorio los casos de aspiración con repercusiones clínicas presentan una incidencia relativamente baja y son cuatro veces más frecuentes en la cirugía de urgencias que en la electiva². Según un estudio reciente, del total de aspiraciones producidas en este período, sólo el 56% tienen lugar

durante la inducción anestésica y, en el 90% de los casos, ocurren con la utilización de la mascarilla facial o de la mascarilla laríngea³.

(b) En países con tradición en la asistencia urgente extrahospitalaria, como USA o Francia, las técnicas de ISR se aplican en más del 80% de los casos de intubación traqueal practicada en estas condiciones, y proporcionan un elevado índice de éxito (90% al primer intento y 100% en tres intentos)^{4,5}. En pediatría los resultados obtenidos por personal paramédico en USA, son similares: 97,5% de éxito en la intubación —incluyendo los intentos múltiples— cuando se utilizan técnicas de ISR⁶.

(c) La ISR es una técnica de uso habitual en el área de urgencias del hospital: se recurre a ella en el 79% de los pacientes sometidos a intubación traqueal en dicha área, según un estudio realizado en Francia⁷ en 1997. En este mismo estudio se apreció que tampoco en estas condiciones puede considerarse la aspiración traqueal como un fenómeno frecuente (presentó una incidencia próxima al 3,5%) cuando se aplica la ISR de forma habitual, si bien en muchos casos no es observada en el momento de la intubación. En este área destaca, como subsidiario de la ISR, el paciente traumático, especialmente el afectado por traumatismo craneo-encefálico, con depresión del nivel de consciencia⁸, el traumatismo máxilo-facial, con presencia de detritus y sangre en cavidad orofaríngea, y el traumatismo espinal cervical (evidente o sospechado). En este último caso, la necesidad de evitar la movilización del cuello ha sugerido la posibilidad de aplicar técnicas alternativas a la laringoscopia directa tales como la mascarilla laríngea de intubación, dado que su inserción requiere una menor extensión cervical (especialmente a nivel de C1-C2)⁹. En pacientes con traumatismos que requieran una ISR y en los que el movimiento espinal cervical sea limitado o indeseable, la utilización de esta mascarilla se ha presentado como un método seguro y rápido de control de la vía aérea¹⁰ y, de hecho, se ha propuesto como el instrumento "de rescate" idóneo en las situaciones de ISR con intubación difícil imprevista en los servicios de urgencia¹¹.

TABLA I
Indicaciones de la inducción de secuencia rápida

<p>1.- Contenido gástrico aumentado: Ingesta reciente (¡o dudas sobre la hora de la última ingesta!), deglución de agua en ahogamientos...</p> <p>2.- Traumatismos (especialmente cuando se han producido poco después de la última ingesta)</p> <p>3.- Obstrucción intestinal.</p> <p>4.- Incompetencia del esfínter esofágico inferior: enfermedad esofágica con reflujo sintomático; trastornos de motilidad esofágica.</p> <p>5.- Aumento de la presión intraabdominal: íleo paralítico; íleo obstructivo; embarazo; obesidad.</p> <p>6.- Incompetencia de los reflejos protectores laríngeos: (a) Depresión del sistema nervioso central: farmacológica, traumática, metabólica...etc. (b) Enfermedades del sistema nervioso central: vasculares, degenerativas (especialmente, con afectación de los pares craneales IX y/o X).</p> <p>7.- Presencia de sangre/detritus en cavidad oro-faríngea: traumatismos maxilofaciales, ahogamientos...</p>
--

La multiplicidad de indicaciones determina que no pueda precisarse un modelo único de ISR. La selección de los fármacos y de su pauta de administración es determinada no sólo por los objetivos comunes de reducción del riesgo de aspiración y facilitación de la intubación, sino también por los objetivos específicos de cada caso: evitar la depresión cardiocirculatoria en los casos de shock hipovolémico, impedir la tos y la respuesta adrenérgica refleja en los traumatismos craneo-encefálicos, etc. Existe, además, un tercer factor que debe ser tenido siempre en cuenta: la posibilidad de que se presente un caso de vía aérea difícil imprevista. Esta posibilidad constituye el principal riesgo de complicación grave de la ISR y, por tanto, condiciona la selección de los fármacos y las pautas de administración. Todo facultativo que realice esta técnica debe disponer de un plan (algoritmo) previamente diseñado para afrontar esta posible situación y, de forma idónea, someterse a un programa de capacitación en las técnicas de manejo de la vía aérea difícil^{12,13}.

Secuencia de inducción

La oferta de posibles pautas incluidas como técnicas de ISR es muy amplia, dado que, además de la multiplicidad de indicaciones ya comentada, existe una gran variedad de preferencias que dependen de los propios facultativos. Los resultados de un cuestionario realizado entre anesthesiólogos británicos en relación con las técnicas de ISR utilizadas en un grupo de pacientes tan concreto como el de las mujeres programadas para cesárea, demostraron que existen considerables variaciones tanto en la elección, dosis y pauta de administración de los fármacos, como en la aplicación o no de la maniobra de presión sobre el cricoides ("maniobra de Sellick") o el momento en que ésta debería aplicarse¹⁴.

No obstante esta variabilidad, puede afirmarse que toda técnica de ISR puede describirse a través de la secuencia de acciones que la caracteriza: Preparación, preoxigenación, inducción anestésica y aplicación de presión crico-esofágica.

Preparación. Preoxigenación

Las circunstancias que acompañan a los casos de ISR permiten, a menudo, disponer de tiempo suficiente para formalizar una fase de preparación que incluya la verificación del equipo, la colocación del paciente en la posición idónea y el vaciamiento gástrico a través de una sonda nasogástrica. Existe cierta controversia respecto a la conveniencia de mantener o no dicha sonda durante la ISR. La ventaja de mantenerla radica en que permite la aspiración del contenido gástrico y, por tanto, la descompresión del estóma-

go de forma continua durante todo el proceso. Los inconvenientes son el riesgo de interferencia con la laringoscopia, la facilitación de la regurgitación por incompetencia del esfínter esofágico inferior y la dificultad para practicar la ventilación con mascarilla facial en caso de necesidad imperativa¹⁵. Probablemente la medida más práctica sea mantener la aspiración continua a través de la sonda hasta que ésta sea retirada justo antes de administrar el fármaco inductor, lo que evitaría las desventajas descritas asegurando un máximo de vaciamiento y descompresión gástricos.

En los casos en que se dispone de tiempo suficiente, como la cesárea electiva o la cirugía programada en pacientes obesos, se ha recomendado reducir la secreción gástrica y la acidez del contenido gástrico mediante gastrocinéticos (metoclopramida, domperidona), antagonistas de los receptores H₂ (cimetidina, ranitidina) y antiácidos no granulados, como el citrato de sodio, que se administra unos minutos antes del procedimiento.

Por supuesto, el objetivo y los métodos de aplicación de la preoxigenación no difieren, en los casos de ISR, de los del resto de procedimientos de inducción de anestesia general^{16,17}, por lo que no son expuestos en este texto.

Inducción

Las combinaciones de fármacos más frecuentemente utilizadas o recomendadas en los últimos años para obtener las condiciones óptimas de intubación en una secuencia rápida incluyen de forma casi constante un agente inductor (hipnótico) y un opiáceo (fentanilo, alfentanilo o remifentanilo) y, frecuentemente, un bloqueante neuromuscular. La conveniencia o no de la utilización de este último constituye una de las controversias más extendidas en el campo de la ISR. De hecho, las múltiples combinaciones de fármacos y dosificaciones descritas para realizar este tipo de inducción pueden agruparse en dos grandes bloques según incluyan o no el uso de bloqueantes neuromusculares.

En uno y otro caso, al seleccionar la combinación de agentes a utilizar deben ser considerados los siguientes principios:

(1) La selección, dosificación y pauta de administración de los fármacos utilizados para inducir la anestesia influye significativamente sobre las condiciones de intubación. Por ejemplo, el ajuste de la dosis de opiáceos, o el uso de dosis elevadas de propofol o etomidato permite una alta probabilidad de éxito en la intubación traqueal con dosis reducidas de bloqueantes neuromusculares o incluso en ausencia de éstos¹⁸⁻²¹. Asimismo, la profundidad del efecto

TABLA II
Criterios de gradación para las condiciones de intubación

25

Criterio	Perfecta	Aceptable	Inaceptable
Posición de las cuerdas vocales	Abducidas	Intermedias	Adducidas
Movimiento de las cuerdas vocales	Ninguno	En movimiento	Cierre
Facilidad para la laringoscopia	Mandíbula relajada	Resistencia al movimiento de la mandíbula	Mandíbula cerrada ("apretada")
Respuesta de las vías aéreas (Tos)	Ninguna	Transitoria	Sostenida (>5 s)
Movimientos de los miembros	Ninguno	Ligeros	Vigorosos

hipnótico influye en la rapidez de la inducción. Por ej.: La utilización de midazolam (0,1 mg/Kg) en lugar de tiopental (5 mg/Kg) como agente inductor se acompaña de una proporción significativamente mayor de retrasos en la intubación, a pesar del uso de bloqueantes neuromusculares no despolarizantes²².

(2) La influencia del hipnótico sobre la calidad de la intubación es mucho mayor en las técnicas de ISR que no utilizan bloqueantes neuromusculares que en aquellas que sí los utilizan. Sin embargo, deben tenerse en cuenta algunos efectos peculiares de algunos hipnóticos. Por ejemplo: En comparación con tiopental (4 mg/Kg), la ketamina (1,5 mg/Kg) no modifica la rapidez de acción de rocuronio (0,6 mg/Kg), pero sí ofrece mejores condiciones de intubación a los 45 s de administrar el bloqueante neuromuscular (cuando el bloqueante neuromuscular medido como T1/control es del 50%)²³.

(3) Como se ha comentado anteriormente, se ha establecido, de forma convencional, que el tiempo transcurrido desde el inicio de la apnea, o desde la administración del bloqueante neuromuscular (cuando éste es usado) hasta que se verifica la intubación, no debe ser superior a 60 s, a pesar de que no hay datos que permitan afirmar que el riesgo de aspiración sea realmente mayor cuando la intubación se produce entre los 60 y 120 s. Sin embargo, esta convención es relevante porque el solo hecho de medir la eficacia de los fármacos practicando la laringoscopia e intubación a los 75 ó 90 s de su administración, en lugar de a los 60 s, determina grandes diferencias en los resultados. Por ej.: Las dosis de rocuronio o rapacuronio necesarias para obtener unas condiciones adecuadas para la intubación son de sólo 1,5 veces la ED95, cuando se practica dicha maniobra a los 75 s de la administración del bloqueante neuromuscular²⁴ lo que representa dosis muy inferiores a las habitualmente recomendadas para la intubación en 60 s.

(4) Nuevamente, la variabilidad de situaciones clínicas y tipos de pacientes subsidiarios de intubación bajo ISR hace que no pueda hablarse de una sola combinación de fármacos idónea para todos los casos

de ISR. Tanto los agentes inductores como los opiáceos ofrecen distintas ventajas en condiciones clínicas diferentes, pero cada uno presenta efectos colaterales indeseables y contraindicaciones específicas que limitan su uso en determinadas situaciones clínicas. Así, la mejor combinación de fármacos para cada caso particular sería aquélla que, causando un mínimo de los efectos indeseables específicos de ese caso, ofreciera unas condiciones de intubación óptimas en el menor tiempo posible. En este sentido es importante resaltar que la comparación de los resultados obtenidos entre los diversos estudios se ve dificultada por la disparidad en los criterios utilizados en la valoración del grado de idoneidad de las condiciones de intubación. Es muy recomendable, por tanto, aplicar sistemáticamente criterios preestablecidos y ampliamente aceptados. En la Tabla II, se muestran, a título de propuesta, los recomendados por Viby-Mogensen et al²⁵ en 1996 para la práctica de investigaciones sobre el efecto de los relajantes musculares en relación con las condiciones de intubación.

Técnicas de ISR con bloqueantes neuromusculares

La utilización de bloqueantes neuromusculares en la ISR tiene como objetivo principal la inmovilización del paciente y la ausencia de respuesta de los músculos laríngeos a la maniobra de intubación, y como objetivo secundario permitir dicha maniobra con dosis reducidas de hipnóticos y coadyuvantes.

La inclusión de este grupo de fármacos en la secuencia de ISR debe estar precedida, en todos los casos, por un procedimiento de evaluación de la vía aérea. Ante la imposibilidad de realizar esta valoración o cuando, como consecuencia de ella, se estime que la intubación puede ser difícil, deben utilizarse técnicas de ISR sin bloqueantes neuromusculares o valorar otras posibilidades de control de la vía aérea siguiendo el algoritmo correspondiente.

El bloqueante neuromuscular idóneo en esta aplicación debería cumplir cuatro requisitos: (1) Rápido inicio de acción, (2) breve tiempo de recuperación, (3) efectos hemodinámicos mínimos, y (4) ausencia de efectos sistémicos indeseables²⁶.

En la actualidad, los bloqueantes neuromusculares considerados de elección en ISR son los siguientes:

1.- Bloqueante neuromuscular despolarizante: Succinilcolina. Este fármaco reúne dos propiedades que le distinguen del resto de los bloqueantes neuromusculares y por las que sigue siendo el más usado en las técnicas de ISR: (a) Es el único con un inicio de acción y una recuperación del efecto rápidos, y (b) la obtención de unas condiciones de intubación excelentes a los 60 s de su administración no depende de la profundidad anestésica^{18,27}.

No obstante, sus conocidos efectos indeseables pueden limitar su aplicabilidad en algunos casos:

(a) Las fasciculaciones y contracciones incoordinadas de la musculatura abdominal pueden generar presiones intragástricas de hasta 40 cm H₂O. La utilización de bloqueantes neuromusculares no despolarizantes a dosis "subparalizantes" previene estos efectos, pero puede causar debilidad muscular subjetiva e incluso, en pacientes con especial sensibilidad como los ancianos, debilitamiento de la musculatura faríngea y de los mecanismos protectores de las vías aéreas, aumentando el riesgo de aspiración^{28,29}. No obstante, se ha recomendado la precurarización con rocuronio (0,1 mg/Kg), que administrado 90 s antes de la succinilcolina reduciría la incidencia de fasciculaciones y de mialgias postoperatorias (en mayor grado que el atracurio a la misma dosis), sin empeorar las condiciones de intubación³⁰.

(b) El aumento del tono de los maseteros que acompaña a las fasciculaciones es máximo al finalizar éstas, por lo que las condiciones de intubación pueden no ser óptimas hasta transcurridos de 20 a 30 s desde que desaparecen las fasciculaciones faciales³¹.

(c) Aunque la brevedad de acción de la succinilcolina es una clara ventaja en los casos de dificultad de intubación imprevista, la recuperación de la ventilación espontánea no es lo suficientemente rápida como para prevenir la hipoxemia, especialmente en casos con reservas de oxígeno reducidas (obesos, pacientes críticos, etc.)³².

(d) Finalmente, el aumento de la presión intraocular (PIO) inducido por este fármaco puede ser desastroso en pacientes con lesiones penetrantes del globo ocular^{33,34}.

Son múltiples las posibles combinaciones de hipnóticos y opiáceos para la ISR con succinilcolina, y que tienen como objetivo reducir la incidencia e intensidad de estos efectos indeseables. Como premisas, al seleccionar una determinada, cabe recordar: (1) A diferencia de la ISR sin bloqueantes neuromusculares o con bloqueantes neuromusculares no despolarizantes, la selección del hipnótico, no modifica de forma

notable las condiciones de intubación a los 60 s de administrada la succinilcolina²⁷, y (2) sin embargo, la adición o no de un opiáceo si ejerce una gran influencia sobre la respuesta adrenérgica refleja a la laringoscopia y la intubación³⁵. En este sentido alfentanilo y remifentanilo son los opiáceos que presentan un perfil farmacocinético más adecuado a los requerimientos de la ISR. Alfentanilo, con dosis de 30 µg/Kg, administrado junto con tiopental (4 mg/Kg) y succinilcolina (1,5 mg/Kg), suprime la respuesta catecolamínica a la laringoscopia e intubación sin que dosis mayores aporten beneficio³⁶. Efectos similares se obtienen con la combinación con propofol que, además, parece atenuar el aumento de la PIO secundario a la succinilcolina y la intubación³⁷ y reducir el aumentado tono muscular de los maseteros (al menos en mayor grado que el tiopental)³⁸.

Remifentanilo también ha probado ser eficaz en el control de la respuesta adrenérgica. Cuando se administra junto con tiopental (5-7 mg/Kg) y succinilcolina en pacientes no premedicados, la dosis adecuada parece hallarse alrededor de 1 µg/Kg administrado en 30 s. Dosis de 1,25 µg/Kg causan hipotensión (< 90 mm Hg) en el 33% de los casos y dosis menores (0,5 mg/Kg) resultan ineficaces para evitar la hipertensión y taquicardia reflejas³⁹. Así mismo, administrado a la dosis de 1 µg/Kg, un minuto antes de tiopental y succinilcolina, evita el aumento de la PIO causado por ésta⁴⁰.

2.- Bloqueantes neuromusculares no despolarizantes. La posibilidad de utilizar este tipo de agentes en la ISR se plantea como una alternativa al uso de la succinilcolina, en aquellos casos en que se considere prioritario evitar los efectos indeseables de ésta.

Antes de la aparición de los bloqueantes neuromusculares no despolarizantes de rápido inicio de acción, vecuronio y atracurio fueron los más estudiados en su aplicación a las técnicas de ISR. La utilización de dosis muy elevadas (6 veces la ED₉₅) de estos bloqueantes neuromusculares de inicio de acción intermedio proporciona condiciones adecuadas de intubación dentro de los 60 s⁴¹. Como alternativas y con el objetivo de conseguir las condiciones adecuadas de intubación en el mismo tiempo, reduciendo las dosis de bloqueante neuromuscular, se han propuesto la pauta de administración basada en el "timing principle", o utilizar la llamada "dosis de cebado" ("priming-principle"). La primera de estas pautas consiste en administrar el bloqueante neuromuscular en bolo y esperar al momento en que el paciente aqueja debilidad muscular para administrar el hipnótico. El cebado, como se ha comentado anteriormente, consiste en la administración de dosis subparalizantes del bloqueante neuromuscular no despolarizante (por ej.: vecu-

ronio, 0,01 mg/Kg) unos minutos antes de la administración del hipnótico y del bloqueante neuromuscular a la dosis de intubación⁴². En contra de estas técnicas se ha aducido el riesgo de causar efectos indeseables como debilidad muscular prematura⁴², dolor en el punto de inyección⁴³, y precipitación en la cánula intravenosa⁴⁴ que, *per se*, podrían considerarse poco relevantes, pero que pueden tener consecuencias graves en los casos de inducción de secuencia rápida.

En cualquier caso, la excesiva duración del efecto y la posibilidad, cuando se usan estas pautas, de que el paciente perciba y recuerde las sensaciones de debilidad muscular y dificultad respiratoria, así como el riesgo de compromiso de los reflejos de las vías aéreas han llevado a desestimar estos bloqueantes neuromusculares en favor de los de rápido inicio de acción: rocuronio y rapacuronio.

Rocuronio fue el primer bloqueante neuromuscular no despolarizante con un inicio de acción rápido. A dosis equipotentes es aproximadamente 2,5 veces más rápido que vecuronio o atracurio y, a dosis de 0,6 mg/Kg (2 veces la ED 95) proporciona condiciones buenas o excelentes de intubación a los 60-90 s bajo diversas condiciones anestésicas^{45,46}. No obstante, un estudio dirigido a determinar las dosis necesarias para proporcionar condiciones aceptables u óptimas en 60 s, en el 90 y 95% de los casos, utilizando midazolam (2 mg), fentanilo (2 µg/Kg) y propofol (2 mg/Kg), obtuvo que dichas dosis fueron de 0,83 y 1,04 mg/Kg, respectivamente⁴⁷. Así mismo, los resultados de otros estudios permiten recomendar la dosis de 0,9 a 1 mg/Kg frente a la habitualmente propuesta de 0,6 mg/Kg⁴⁸⁻⁵⁰. En pediatría, se han obtenido condiciones de intubación similares a las proporcionadas con succinilcolina (1,5 mg/Kg, con dosis de 1,2 mg/Kg⁵¹).

Una posible ventaja adicional de la utilización de este bloqueante neuromuscular, es que la PIO no sólo no aumenta durante la intubación, sino que incluso puede reducirse cuando es utilizado junto a propofol³⁴. Este efecto es debido a una reducción en el tono de los músculos extraoculares y no se correlaciona con los posibles cambios en las variables hemodinámicas^{34,52,53}.

Como inconveniente, el rocuronio presenta la característica (también observada en atracurio y rapacuronio) de que su inicio de acción sobre los músculos laríngeos es más lento que el de la succinilcolina⁵⁴. Este fenómeno es causa de que, a diferencia de ésta, la eficacia del rocuronio durante la ISR dependa del nivel de profundidad anestésico. Cuando se utiliza rocuronio a la dosis habitualmente propuesta para la ISR (0,6 mg/Kg), la selección del hipnótico ejerce una gran influencia sobre el resultado. Con ketamina o propofol las condiciones de intubación se alcanzan

más rápidamente que con tiopental o etomidato^{23,55,56}. El etomidato, utilizado como agente único (sin opiáceos) a la dosis de 0,3 mg/Kg, junto a rocuronio (0,6 mg/Kg), proporciona un porcentaje de condiciones buenas o excelentes (a los 60 s del rocuronio) de sólo un 75%, frente a un 94% con propofol a la dosis de 2,5 mg/Kg, y con una menor atenuación de la respuesta presora⁵⁷, lo que lo haría poco recomendable en los casos en que sea prioritario controlar o inhibir dicha respuesta. A iguales dosis de rocuronio, propofol (2-3 mg/Kg) y sevoflurano (8%, con técnica de inhalación a capacidad vital) proporcionan condiciones de intubación similares un minuto después del bloqueante neuromuscular (90% de condiciones aceptables a los 60 s en ambos casos, cuando se utilizan dosis de rocuronio de 0,6 mg/Kg). Pero con dosis bajas de rocuronio, propofol parece proporcionar dichas buenas condiciones en un porcentaje de casos mayor que sevoflurano⁵⁸. Finalmente, la inducción sólo con tiopental (sin opiáceos), aún con dosis elevadas de éste (6 mg/Kg), se acompaña de un tiempo de latencia de 80 s (y no de 60 s) desde la administración del rocuronio (0,6 mg/Kg) hasta la obtención de condiciones buenas o excelentes para la intubación⁵⁹ y, en general, estas condiciones son peores que las obtenidas con tiopental y succinilcolina⁶⁰.

La aplicación del "timing" permitiría, en el caso concreto del rocuronio, mejorar los tiempos necesarios para obtener condiciones adecuadas de intubación con este bloqueante neuromuscular. Con dosis de 0,6 mg/Kg de rocuronio, seguido de tiopental (4-6 mg/Kg) administrado al inicio de la debilidad muscular (objetivada por ptosis palpebral) se obtienen condiciones buenas o excelentes a los 45 s de la administración del agente hipnótico⁶¹.

Cuando se utiliza rocuronio en el contexto de la ISR, es muy recomendable administrar un opiáceo para aumentar las posibilidades de alcanzar las condiciones adecuadas de intubación en los 60 s¹⁸. La adición de alfentanilo, incluso a dosis bajas (10 µg/Kg), mejora las condiciones de intubación proporcionadas por rocuronio tanto con etomidato²¹ como con propofol o tiopental¹⁸. Como alternativa cabe recurrir a dosis mayores de rocuronio (1 mg/Kg), que podrían facilitar la obtención de las condiciones adecuadas de intubación en 60 s con dosis relativamente bajas de hipnóticos sin opiáceos o con dosis bajas de éstos (p.ej.: 1-2 µg/Kg de fentanilo)^{47,62}. En estas condiciones la proporción de condiciones aceptables de intubación con rocuronio no difiere de la obtenida con iguales dosis de propofol (2,5 mg/Kg) solo con succinilcolina⁴⁹, o tiopental (5 mg/Kg) más fentanilo (2-5 µg/Kg) y succinilcolina⁵⁰. El inconveniente de esta dosificación estriba en que prolonga, aún más, la ya excesivamente larga duración de acción

del rocuronio a la dosis de 0,6 mg/Kg, y que es *per se* el principal argumento en contra de que éste constituya una buena alternativa a succinilcolina en las inducciones de secuencia rápida^{63,64}.

Rapacuronio es un bloqueante neuromuscular con algunas propiedades que le hicieron especialmente interesante en este campo, por lo que merece algunos comentarios a pesar de haber sido recientemente retirado del mercado. A la dosis de 1,5 mg/Kg ofrecía, comparado con rocuronio (0,6 mg/Kg) un inicio de acción y condiciones de intubación similares⁶⁵. Pero aportaba como ventaja, una mayor brevedad de acción, mejorada por la posibilidad de revertir su efecto —aún en condiciones de bloqueo profundo— mediante la administración precoz de anticolinesterásicos. En efecto, la administración de neostigmina (0,05 ó 0,07 mg/Kg) a los dos minutos de la administración del rapacuronio, reducía el tiempo necesario para la recuperación del bloqueo en, aproximadamente, un 50%. No obstante, esta especial característica representaba un beneficio sólo parcial, puesto que los tiempos de recuperación seguían siendo demasiado prolongados: Con dosis de 1,5 y 2,5 mg/Kg de rapacuronio, el tiempo de recuperación hasta el 25% de T1 se reducía, tras la administración de la neostigmina, desde 16 hasta 8 min y desde 23 hasta 11 min, respectivamente, mientras que el tiempo necesario para recuperar el cociente de 0,7 en el tren de cuatro se acortaba desde 35 a 18 min., con la dosis de 1,5 mg/Kg y de 54 a 30 min con la de 2,5 mg/Kg⁶⁶. La menor duración de acción, por otro lado, estaba ligada a una menor potencia incluso que la del rocuronio (ED95 de rapacuronio, 0,75 mg/Kg)⁶⁷, debida a una menor especificidad por el receptor muscular, lo que, a su vez, implica un mayor riesgo de efectos secundarios. Rapacuronio causaba, a nivel hemodinámico, hipotensión y taquicardia moderadas debido a un efecto vagolítico y propiedades calcioantagonistas. Pero su principal inconveniente era la elevada incidencia de broncospasmo, que parecía ser dosis-dependiente. Con dosis de 1,5 y 2,5 mg/Kg, utilizadas en dos estudios comparativos de rapacuronio con succinilcolina para ISR, los efectos colaterales a nivel respiratorio aparecieron en el 10,7 y 18,5%, respectivamente —comparado con sólo un 4% en el grupo de succinilcolina a la dosis de 1 mg/Kg—^{68,69}. Es posible que este tipo de efectos indeseables fuera más frecuente en fumadores, pacientes con irritabilidad de las vías aéreas y, precisamente, en los casos de ISR. En estos mismos estudios se halló una menor proporción de condiciones adecuadas (buenas o excelentes) para la intubación con rapacuronio, incluso con dosis de 2,5 mg/Kg, que con succinilcolina.

Técnicas de ISR sin bloqueantes neuromusculares

En los últimos años se ha venido evidenciando que es posible alcanzar unas buenas condiciones de intubación durante la ISR sin utilizar bloqueantes neuromusculares, si se administra un opiáceo adecuado en dosis ajustadas¹⁹, y/o dosis elevadas de hipnótico²⁰.

La justificación para prescindir de los bloqueantes neuromusculares en la ISR radica en el riesgo de intubación difícil, tanto prevista como imprevista. Así, y como se ha señalado anteriormente, es ampliamente aceptado que los relajantes musculares no deben ser utilizados, en ningún caso, cuando es previsible algún tipo de dificultad en la intubación o cuando la valoración de la vía aérea, previa a la inducción, es impracticable por razón de la urgencia¹. En tales casos, o cuando el criterio del clínico así lo decida, la inducción se basa en la combinación de un hipnótico con un opiáceo (siguiendo o no a una benzodiacepina). La selección de cada uno de los componentes de dicha combinación debería ser tal que permitiese alcanzar los siguientes objetivos⁷⁰: (a) Inducir pérdida de consciencia en un máximo de 60 s, (b) producir apnea durante un lapso de tiempo breve, (c) inhibir los reflejos laríngeos, (d) no inducir broncospasmo, laringospasmo o rigidez muscular, (e) mostrar una variabilidad interindividual mínima, y (f) no causar inestabilidad hemodinámica.

Actualmente el propofol podría considerarse el inductor de referencia si se atiende a los resultados de estudios comparativos de éste con otros inductores, en los que parece aportar una mayor proporción de condiciones buenas o excelentes para la intubación, incluyendo una mayor supresión de los reflejos faríngeos y laríngeos^{57,58,71}.

La no utilización de bloqueantes neuromusculares hace imprescindible la asociación de opiáceos. Cuando no se utilizan estos últimos, no se obtienen condiciones aceptables de intubación ni con propofol (2-3 mg/Kg) ni con sevoflurano⁵⁸. Una de las combinaciones de fármacos más estudiadas ha sido la de propofol más alfentanilo. Con dosis de 2,5 mg/Kg y 30 µg/Kg, respectivamente, se obtienen condiciones satisfactorias de intubación⁷², evitando totalmente la respuesta hemodinámica, en una proporción mayor de pacientes (79%) que con propofol sólo o con dosis menores de propofol o de alfentanilo⁷³. Estos resultados parecen mejorar cuando se administra lidocaína (1 mg/Kg) dos minutos antes de la inducción, debido sobre todo a una menor incidencia de tos⁷⁴. Dosis mayores de alfentanilo permitirían reducir las dosis de propofol: las condiciones de intubación con propofol en dosis de 2 mg/Kg, alfentanilo 40 µg/Kg y lidocaína 1 mg/Kg, son similares a las obtenidas con tiopental (4 mg/Kg) y succinilcolina (1 mg/Kg)²⁰, pero esta

pauta se acompaña de una reducción significativa de la presión arterial, que se exagera cuando se prescinde de la lidocaína y se incrementa la dosis de alfentanilo (50 µg/Kg)¹⁹.

De forma similar, cuando se utiliza sevoflurano como inductor (al 8%, con ventilación a capacidad vital, en óxido nitroso al 50%), alfentanilo en dosis de 30 µg/Kg proporciona condiciones de intubación y de estabilidad hemodinámica similares a las obtenidas con dosis de 10 µg/Kg más succinilcolina (1 mg/Kg)⁷⁵.

Remifentanilo presenta, junto a un rápido inicio de acción y una vida media corta, la propiedad de que el tiempo de recuperación, a diferencia del alfentanilo, no se halle influido notablemente por la dosis. Así, en un estudio realizado en pacientes de cirugía mayor ambulatoria, se objetivó que la duración de la apnea cuando es utilizado en dosis de 3-4 µg/Kg, junto con propofol (2 mg/Kg), no excede los 5 min⁷⁶, lo que, en este sentido, lo hace comparable a la succinilcolina y lo convertiría en un opiáceo idóneo para la ISR, especialmente cuando ésta se practica sin bloqueante neuromuscular. En este estudio, además, se obtuvo un porcentaje de condiciones de intubación excelentes del 95 al 100%. Sin embargo, los resultados no son uniformes. En un estudio de Klemola et al⁷⁷, remifentanilo, a la dosis de 4 µg/Kg, junto a propofol (2,5 mg/Kg) y tras premedicación con diazepam y atropina (0,01 mg/Kg) proporcionó condiciones excelentes de intubación a los 60 s en sólo el 55% de los casos (con alfentanilo a la dosis de 30 µg/Kg sólo se obtuvieron estas condiciones en el 20% de los pacientes); en muchos pacientes, además, hubo movimientos durante la intubación y la frecuencia cardíaca permaneció por debajo de la previa tras la intubación, aunque, en ningún caso, se apreció rigidez inducida por opiáceos. Las diferencias en los resultados entre estos dos estudios son un ejemplo de la importancia que tiene no sólo la selección de los fármacos sino también la pauta de administración de los mismos. Así, en el segundo de ellos, el propofol se administró en 20 s ("lentamente") tras el bolo de remifentanilo, mientras que en el primero la perfusión del remifentanilo se verificó a lo largo de 90 s, el propofol se inyectó en sólo 5 s y la laringoscopia se practicó 90 s después de la administración de este último. Este tiempo excede los límites convencionalmente establecidos para la ISR, pero: (a) no hay evidencias, como se ha comentado, de que en estos márgenes de tiempo haya un incremento del riesgo de regurgitación/aspiración, y (b) la farmacocinética del propofol (T1/2 Ke0 2,7 min) implica que, a los 60 s de su administración, su concentración en el lugar efectivo puede ser demasiado baja (4 µg/mL) para proporcionar la suficiente

profundidad anestésica para la intubación sin bloqueante neuromuscular. No obstante, otros estudios obtienen condiciones buenas o excelentes en la práctica totalidad de los pacientes, utilizando esta asociación de fármacos, siempre que la dosis de remifentanilo se halle entre 4 y 5 µg/Kg⁷⁷. Dosis de 2 y 3 µg/Kg parecen proporcionar condiciones de intubación significativamente peores produciendo similares alteraciones hemodinámicas^{78,79}.

Finalmente, también la combinación sevoflurano-remifentanilo ha sido propuesta, recientemente, como adecuada para la ISR. Administrando 2 µg/Kg de remifentanilo dos minutos después de la inducción con sevoflurano al 8% y óxido nitroso al 50%, se obtuvieron condiciones óptimas de intubación, a los 60 s, en el 89% de los casos⁸⁰.

Maniobra de compresión crico-esofágica (Sellick, 1961)

La ISR puede completarse con la llamada Maniobra de Sellick. Ésta consiste en ejercer una presión sobre el cartílago cricoides con el objeto de que su cara posterior comprima el esófago contra la columna cervical ocluyendo su luz y obstruyendo el paso del contenido gástrico en caso de regurgitación. Su aplicación sistemática durante la inducción de secuencia rápida se hallaría refrendada por el hecho de que la regurgitación pasiva es tres veces más frecuente que el vómito activo como causa de aspiración de contenido gástrico durante la inducción anestésica³.

Al practicar esta maniobra debe tenerse en cuenta que: (a) Una presión insuficiente no protegerá al paciente de la regurgitación, (b) debe suspenderse si aparecen signos de vómito activo, para evitar el riesgo de rotura esofágica, (c) debe iniciarse en el momento en que el paciente pierde la consciencia, manteniendo la compresión hasta que se haya confirmado la intubación traqueal.

Además, se consideran como contraindicaciones absolutas:

- Los traumatismos de la vía aérea superior.
- La patología de la columna cervical, traumática (especialmente si afecta a C5-C6) o artrítica severa.
- La presencia o sospecha de cuerpos extraños en tráquea o esófago.
- Los abscesos retrofaríngeos.
- Los divertículos esofágicos superiores.

Aunque, como se ha dicho anteriormente, esta maniobra es considerada como uno de los procesos integrantes de este tipo de inducción, su aplicación sistemática ha sido puesta en duda. Una revisión realizada en 1997, indicó que no hay estudios que demuestren los pretendidos efectos beneficiosos de la presión cricoidea y, por el contrario, habría evidencias

de que, a menudo, es ineficaz y puede incrementar el riesgo de fallo de intubación y de regurgitación⁸¹.

BIBLIOGRAFÍA

- Sparr HJ. Choice of the muscle relaxant for rapid-sequence induction. *Eur J Anaesth* 2001; 18 (Suppl. 23): 71-76.
- Warner MA, Warner ME, Weber JG. Clinical significance of pulmonary aspiration during the perioperative period. *Anesthesiology* 1993; 78: 56-62.
- Kluger MT, Short TG. Aspiration during anaesthesia: a review of 133 cases from the Australian Anaesthetic Incident Monitoring Study (AIMS). *Anaesthesia* 1999; 54: 19-26.
- Cantineau JP, Tazarourte K, Merckx P, Martin L, Reynaud P, Berson C, et al. Tracheal intubation in prehospital resuscitation: importance of rapid-sequence induction anaesthesia. *Ann Fr Anesth Reanim* 1997; 16: 878-884.
- Graham CA, Meyer AD. Prehospital emergency rapid sequence induction of anaesthesia. *J Accid Emerg Med* 1997; 14: 219-221.
- Sing RF, Reilly PM, Rotondo MF, Lynch MJ, McCans JP, Schwab CW. Out-of-hospital rapid-sequence induction for intubation of the pediatric patient. *Acad Emerg Med* 1996; 3: 41-45.
- Thibodeau LG, Verdile VP, Bartfield JM. Incidence of aspiration after urgent intubation. *Am J Emerg Med* 1997; 15: 562-565.
- Ricard-Hibon A, Marty J. Management of severe head-injured patients in the first 24 hours. Resuscitation and initial diagnostic strategy. *Ann Fr Anesth Reanim* 2000; 19: 286-295.
- Waltl B, Melischek M, Schuschnig C, Kabon B, Erlacher W, Nasel C, et al. Tracheal intubation and cervical spine excursion: direct laryngoscopy vs. intubating laryngeal mask. *Anaesthesia* 2001; 56: 221-226.
- Schuschnig C, Waltl B, Erlacher W, Reddy B, Stoik W, Kapral S. Intubating laryngeal mask and rapid sequence induction in patients with cervical spinal injury. *Anaesthesia* 1999; 54: 793-797.
- Reardon RF, Martel M. The intubating laryngeal mask airway: suggestions for use in the emergency department. *Acad Emerg Med* 2001; 8: 833-838.
- McAllister JD, Gnauck KA. Rapid sequence intubation of the pediatric patient. *Fundamentals of practice. Pediatr Clin North Am* 1999; 46: 1249-1284.
- Rivo J, Matot I. Asymptomatic vallecular cyst: airway management considerations. *J Clin Anesth* 2001; 13: 383-386.
- Thwaites AJ, Rice CP, Smith I. Rapid sequence induction: a questionnaire survey of its routine conduct and continued management during a failed intubation. *Anaesthesia* 1999; 54: 376-381.
- Roberts JT, White J. Pharmacologic aids to intubation. En: Roberts JT editor. *Clinical management of the airway*. Boston. WB Saunders 1994; 140-146.
- Segura P, Billaud-Boichon A, Otteni JC. Preoxygenation en anesthésie. *Encycl Méd Chir Anesthésie-Réanimation* 2000; 36: 375-A-50.
- Norris MC, Dewan DM. Preoxygenation for cesarean section: a comparison for two techniques. *Anesthesiology* 1985; 62: 827-829.
- Sparr HJ, Giesinger S, Ulmer H, Hollenstein-Zacke M, Luger TJ. Influence of induction technique on intubating conditions after rocuronium in adults: Comparison with rapid-sequence induction using thiopentone and suxamethonium. *Br J Anaesth* 1996; 77: 339-342.
- Scheller MS, Zornow MH, Saidman LJ. Tracheal intubation without the use of muscle relaxants: A technique using propofol and varying doses of alfentanil. *Anesth Analg* 1992; 75: 788-793.
- Stevens JB, Vescovo MV, Harris KC, Walker SC, Rickey R. Tracheal intubation using alfentanil and no muscle relaxant: Is the choice of hypnotic important? *Anesth Analg* 1997; 84: 1222-1226.
- Fuchs-Buder T, Sparr HJ, Ziegenfub T. Thiopental or etomidate for rapid induction sequence with rocuronium? *Br J Anaesth* 1998; 80: 504-506.
- Sivilotti ML, Ducharme J. Randomized, double-blind study on sedatives and hemodynamics during rapid-sequence intubation in the emergency department: The SHRED Study. *Ann Emerg Med* 1998; 31: 313-324.
- Baraka AS, Sayyid SS, Assaf BA. Thiopental-rocuronium versus ketamine-rocuronium for rapid-sequence intubation in parturients undergoing cesarean section. *Anesth Analg* 1997; 84: 1104-1107.
- Kopman AF, Klewicka MM, Neuman GG. Reexamined: the recommended endotracheal intubating dose for nondepolarizing neuromuscular blockers of rapid onset. *Anesth Analg* 2001; 93: 954-959.
- Viby-Mogensen J, Engback J, Erikson LI, Gramstad I, Jensen E, Jensen FS, et al. Good clinical research practice (GCRP) in pharmacodynamic studies of neuromuscular blocking agents. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40: 59-74.
- Frakes MA. Muscle relaxant choices for rapid sequence induction. *Air Med J* 2001; 20: 20-21.
- Meistelman C, Plaud B, Donati F. Neuromuscular effects of succinylcholine on the vocal cords and adductor pollicis muscles. *Anesth Analg* 1991; 73: 278-282.
- Aziz L, Jahangir SM, Choudhury SN, Rahman K, Ohta Y, Hirakawa M. The effect of priming with vecuronium and rocuronium on young and elderly patients. *Anesth Analg* 1997; 85: 663-666.
- Sundman E, Witt H, Olsson R, Ekberg O, Kuylenstierna R, Eriksson LI. The incidence and mechanisms of pharyngeal and upper esophageal dysfunction in partially paralyzed humans: pharyngeal videoradiography and simultaneous manometry after atracurium. *Anesthesiology* 2000; 92: 977-984.
- Tsui BC, Reid S, Gupta S, Kearney R, Mayson T, Finucane B. A rapid precariculation technique using rocuronium. *Can J Anaesth* 1998; 45: 397-401.
- Leary NP, Ellis FR. Masseteric muscle spasm as a normal response to suxamethonium. *Br J Anaesth* 1990; 64: 480-492.
- Benumof JL, Dagg R, Benumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/Kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997; 87: 979-982.
- Cook JH. The effect of suxamethonium on intraocular pressure. *Anaesthesia* 1981; 36: 359-365.
- Mitra S, Gombar KK, Gombar S. The effect of rocuronium on intraocular pressure: a comparison with succinylcholine. *Eur J Anaesthesiol* 2001; 18: 836-838.
- Harris CE, Murray AM, Anderson JM, Ground RM, Morgan M. Effects of thiopental, etomidate and propofol on the haemodynamic response to tracheal intubation. *Anaesthesia* 1988; 43: 32-36.
- Miller DR, Martineau RJ, O'Brien H. Effects of alfentanil on the hemodynamic and catecholamine response to tracheal intubation. *Anesth Analg* 1993; 76: 1040-1046.
- Zimmerman AA, Funk KJ, Tidwell JL. Propofol and alfentanil prevent the increase in intraocular pressure caused by succinylcholine and endotracheal intubation during a rapid-sequence induction of anesthesia. *Anesth Analg* 1996; 83: 814-817.
- Ummenhofer WC, Kindler C, Tschaler G, Hampl KF, Drewe J, Urwyler A. Propofol reduces succinylcholine induced increase of masseter muscle tone. *Can J Anaesth* 1998; 45: 417-423.
- O'Hare R, McAtamney D, Mirakhor RK, Hughes D, Carabine U. Bolus dose remifentanil for control of haemodynamic response to tracheal intubation during rapid sequence induction of anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999; 82: 283-285.
- Ng HP, Chen FG, Yeong SM, Wong E, Chew P. Effect of remifentanil compared with fentanyl on intraocular pressure after succinylcholine and tracheal intubation. *Br J Anaesth* 2000; 85: 785-787.
- Silverman DG, Bartkowski RR. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of nondepolarizing relaxants: onset. In Silverman DG, ed. *Neuromuscular Block in Perioperative and Intensive Care*. Philadelphia: JB Lippincott, 1994. p. 78-94.
- Aziz L, Jahangir SM, Choudhury SNS, Rahman K, Ohta Y, Hirakawa M. The effect of priming with vecuronium and rocuronium on young and elderly patients. *Anesth Analg* 1997; 85: 663-666.
- Borgeat A, Kwiatkowski D. Spontaneous movements associated with rocuronium: is pain on injection the cause? *Br J Anaesth* 1997; 79: 382-383.
- Njoku DB, Lenox WC. Use care when injecting rocuronium and thiopental for rapid sequence induction and tracheal intubation. *Anesthesiology* 1995; 83: 222.
- Cooper R, Mirakhor RK, Clarke RS, Boules Z. Comparison of intuba-

- ting conditions after administration of Org 9426 (rocuronium) and suxamethonium. *Br J Anaesth* 1992; 69: 269-273.
46. Pühringer FK, Khuenl-Brady KS, Koller J, Mittershithaler G. Evaluation of the endotracheal intubating conditions of rocuronium (ORG 9426) and succinylcholine in outpatient surgery. *Anesth Analg* 1992; 75: 37-40.
 47. Kirkegaard-Nielsen H, Caldwell JE, Berry PD. Rapid tracheal intubation with rocuronium: a probability approach to determining dose. *Anesthesiology* 1999; 9: 131-136.
 48. Weiss JH, Gratz I, Goldberg ME, Afshar M, Insinga F, Larijani G. Double-blind comparison of two doses of rocuronium and succinylcholine for rapid-sequence intubation. *J Clin Anesth* 1997; 9:379-382.
 49. Andrews JI, Kumar N, van den Brom RH, Olkkola KT, Roest GJ, Wright PM. A large simple randomized trial of rocuronium versus succinylcholine in rapid-sequence induction of anaesthesia along with propofol. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 4-8.
 50. McCourt KC, Salmela L, Mirakhur RK, Carroll M, Makinen MT, Kansanaho M, et al. Comparison of rocuronium and suxamethonium for use during rapid sequence induction of anaesthesia. *Anaesthesia* 1998; 53: 867-871.
 51. Mazurek AJ, Rae B, Hann S, Kim JI, Castro B, Cote CJ. Rocuronium versus succinylcholine: are they equally effective during rapid-sequence induction of anaesthesia? *Anesth Analg* 1998; 87: 1259-1262.
 52. Chiu CL, Jaais F, Wang CY. Effect of rocuronium compared with succinylcholine on intraocular pressure during rapid sequence induction of anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999; 82: 757-760.
 53. Vinik HR. Intraocular pressure changes during rapid sequence induction and intubation: a comparison of rocuronium, atracurium and succinylcholine. *J Clin Anesth* 1999; 11: 95-100.
 54. Wright PM, Caldwell JE, Miller RD. Onset and duration of rocuronium and succinylcholine at the adductor pollicis and larungeal adductor muscles in anesthetized humans. *Anesthesiology* 1994; 81: 1110-1115.
 55. Hans P, Bricchant JF, Hubert B, Dewabdre PY, Lamy M. Influence of induction of anaesthesia on intubating conditions one minute after rocuronium administration: comparison of ketamine and thiopentone. *Anaesthesia* 1999; 54: 276-279.
 56. Dobson AP, McCluskey A, Meakin G, Baker RD. Effective time to satisfactory intubation conditions after administration of rocuronium in adults. Comparison of propofol and thiopentone for rapid-sequence induction of anaesthesia. *Anaesthesia* 1999; 54: 172-176.
 57. Skinner HJ, Biswas A, Mahajan RP. Evaluation of intubating conditions with rocuronium and either propofol or etomidate for rapid sequence induction. *Anaesthesia* 1998; 53: 702-706.
 58. Lowry DW, Carroll MT, Mirakhur RK, Hayes A, Hughes D, O'Hare R. Comparison of sevoflurane and propofol with rocuronium for modified rapid-sequence induction of anaesthesia. *Anaesthesia* 1999; 54: 247-52.
 59. Abouleish E, Abboud T, Lechevalier T, Zhu J, Chalian A, Alford K. Rocuronium (Org 9426) for cesarean section. *Br J Anaesth* 1994; 73: 336-341.
 60. Sparr HJ, Luger TJ, Heidegger T, Putensen-Himmer G. Comparison of intubating conditions after rocuronium and suxamethonium following "rapid sequence induction" with thiopentone in elective cases. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40: 425-430.
 61. Sieber TJ, Zbinden AM, Curatolo M, Shorten GD. Tracheal intubation with rocuronium using the "timing principle". *Anesth Analg* 1998; 86: 1137-1140.
 62. Heier T, Caldwell JE. Rapid tracheal intubation with large dose of rocuronium: a probability based approach. *Anesth Analg* 2000; 90: 175-179.
 63. Cademy J. The use of rocuronium for rapid-sequence induction should be discouraged. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 494.
 64. Levy DM. Rapid sequence induction: suxamethonium or rocuronium? *Anaesthesia* 2000; 55: 86.
 65. Zhou TJ, White PF, Chiu JW, Joshi GP, Dullye KK, Duffy LL, Tongier WK. Onset/offset characteristics and intubating conditions of rapacurium: a comparison with rocuronium. *Br J Anaesth* 2000; 2: 246-250.
 66. Purdy R, Bevan DR, Donati F, Lichtor JL. Early reversal of rapacurium after neostigmine. *Anesthesiology* 1999; 91: 1305-1310.
 67. Kopman AF, Klewicka MM, Ghori K, Flores F, Neuman GG. Dose-response and onset/offset characteristics of rapacurium. *Anesthesiology* 2000; 93: 1017-1021.
 68. Sparr HJ, Mellinghoff H, Blobner M, Noldge-Schomburg G. Comparison of intubating conditions after rapacuronium (Org 9487) and succinylcholine following rapid sequence induction in adult patients. *Br J Anaesth* 1999; 82: 537-541.
 69. Blobner M, Mirakhur RK, Wierda JM, Wright PM, Olkkola KT, Debaene B, et al. Rapacuronium 2.0 or 2.5 mg kg-1 for rapid-sequence induction: comparison with succinylcholine 1.0 mg kg-1. *Br J Anaesth* 2000; 85: 724-731.
 70. Lavazais S, Debaene B. Choice of the hypnotic and the opioid for rapid-sequence induction. *Eur J Anaesth* 2001; 18 (suppl 23): 66-70.
 71. Mckeating K, Bali IM, Dundee JW. The effects of thiopental and propofol on upper airway integrity. *Anaesthesia* 1988; 43: 638-641.
 72. Wong AK, Teoh GS. Intubation without muscle relaxant. An alternative technique for rapid tracheal intubation. *Anaesth Intensive Care* 1996; 24: 224-230.
 73. Saarnivaara L, Klemola UM. Injection pain, intubation conditions and cardiovascular changes following induction of anaesthesia with propofol alone or in combination with alfentanil. *Acta Anaesthesiol Scand* 1991; 35: 19-23.
 74. Davidson JAH, Gillespie JA. Tracheal intubation after induction of anaesthesia with propofol, alfentanil and IV lignocaine. *Br J Anaesth* 1993; 70: 163-166.
 75. Sivalingam P, Kandasamy R, Dhakshinamoorthi P, Madhavan G. Tracheal intubation without muscle relaxant—a technique using sevoflurane vital capacity induction and alfentanil. *Anaesth Intensive Care* 2001; 29: 383-387.
 76. Stevens JB, Wheatley L. Tracheal intubation in ambulatory surgery patients: using remifentanil and propofol without muscle relaxants. *Anesth Analg* 1998; 86: 45-49.
 77. Klemola UM, Mennander S, Saarnivaara L. Tracheal intubation without the use of muscle relaxants: remifentanil or alfentanil in combination with propofol. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 465-469.
 78. Alexander R, Booth J, Olufolabi AJ, El-Moalem HE, Glass PS. Comparison of remifentanil with alfentanil or suxamethonium following propofol anaesthesia for tracheal intubation. *Anaesthesia* 1999; 54: 1032-1036.
 79. Alexander R, Olufolabi AJ, Booth J, El-Moalem HE, Glass PS. Dosing study of remifentanil and propofol for tracheal intubation without the use of muscle relaxants. *Anaesthesia* 1999; 54: 1037-1040.
 80. Joo HS, Perks WJ, Belo SE. Sevoflurane with remifentanil allows rapid tracheal intubation without neuromuscular blocking agents. *Can J Anaesth* 2001; 48: 646-650.
 81. Brimacombe JR, Berry AM. Cricoid pressure. *Can J Anaesth* 1997; 44: 414-425.