

Empleo clínico de bloqueantes neuromusculares y su reversión. Recomendaciones del grupo de expertos de la Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Tratamiento del Dolor.

Autores

Dr. José Antonio Álvarez Gómez

Dr. José Javier Ariño Irujo

Dr. Carlos L. Errando Oyonarte

Dr. Francisco Martínez Torrente

Dr. Jaume Roigé i Solé

Dr. Fernando Gilsanz Rodríguez

INDICE

1.- Introducción

2.- Objetivos

3.- Metodología

4.- Definiciones

5.-Uso clínico de los bloqueantes neuromusculares

5.1. Intubación endotraqueal

5.1.1.-Bloqueantes neuromusculares e intubación endotraqueal

5.1.2.-Bloqueantes neuromusculares en la intubación endotraqueal en cirugía programada

a. Bloqueantes neuromusculares con intubación previsiblemente fácil

b. Bloqueantes neuromusculares con intubación previsiblemente difícil

5.1.3.-Bloqueantes neuromusculares e intubación endotraqueal mediante inducción de secuencia rápida

5.1.4.-Intubación a través de mascarilla laríngea

5.2.- Mantenimiento intraoperatorio

5.3.- Pacientes ingresados en Unidades de Cuidados Críticos

5.4.- Recomendaciones de la SEDAR

6.- Monitorización

7.- Bloqueo neuromuscular residual y reversión del bloqueo neuromuscular

BIBLIOGRAFIA

TABLAS

ANEXOS

FIGURAS

1.- INTRODUCCIÓN

El bloqueo neuromuscular es un procedimiento comúnmente utilizado en la práctica médica, especialmente en anestesiología y reanimación y durante el tratamiento de pacientes en estado crítico, para paralizar los grupos musculares esqueléticos y facilitar la intubación endotraqueal, para conseguir condiciones de relajación óptimas para el acto quirúrgico, para permitir la ventilación controlada, o para procedimientos diversos en medicina de urgencias.

Aunque es un procedimiento habitual, no está exento de riesgos y la correcta utilización de los fármacos que lo producen requiere conocer cuáles son las alternativas terapéuticas, sus indicaciones, así como los mecanismos de control, monitorización y reversión del mismo, si procede.

En España no existen recomendaciones oficiales o guías de práctica clínica sobre el empleo de fármacos bloqueantes neuromusculares (BNMs).

Un grupo de expertos, bajo los auspicios de la Sociedad Española de Anestesiología y Reanimación (SEDAR), ha elaborado el presente documento con recomendaciones básicas que recogen la evidencia científica disponible al respecto y la experiencia práctica acumulada por sus miembros.

Este documento plasma las recomendaciones que la SEDAR hace respecto del uso de BNMs, de sus indicaciones, así como de la monitorización y la reversión del bloqueo neuromuscular. Como otras recomendaciones, está sujeto a modificaciones posteriores a la luz de la incorporación de nuevos avances científicos. No se incluyen recomendaciones acerca del empleo de estos fármacos en situaciones especiales como son ciertas enfermedades, anomalías genéticas o adquiridas.

2.- OBJETIVOS

El objetivo del presente documento es describir las recomendaciones que la SEDAR hace para un adecuado manejo del bloqueo neuromuscular y de su reversión, así como del uso de los fármacos utilizados para tal fin, en los ámbitos de actuación del área quirúrgica (incluyendo procedimientos diagnósticos o terapéuticos), en unidades de cuidados críticos así como en urgencias, para mejorar la seguridad y bienestar del paciente.

3.- METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliográfica inicial en PubMed (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/>), entre Enero de 1980 - Enero de 2008, para cada uno de los epígrafes referidos en el índice con los términos apropiados, que incluían “neuromuscular blocking drugs”, “rapid sequence induction of anaesthesia”, “muscle relaxants”, “laryngeal mask”, “tracheal intubation”, “residual paralysis”, “monitoring neuromuscular blockade monitoring”, “residual curarization” y “reversal of neuromuscular blockade” y combinaciones entre ellos. Se seleccionaron estudios controlados, las revisiones y metaanálisis, y a partir de éstas los artículos originales que tenían relación con cada uno de los apartados preestablecidos (ver índice), comprobando que fuesen estudios controlados. Además del análisis de dichos estudios, se tuvo en cuenta las recomendaciones de los expertos. En los casos en que fue posible, las recomendaciones se acompañan de los grados de recomendación según los criterios establecidos por el Centro de Medicina Basada en la Evidencia (Center for Evidence-Based Medicine, CEBM) (www.cebm.net/levels_of_evidence.asp) (Anexo I). Se incluyeron también artículos posteriores a Enero de 2008 si se consideraban significativos.

El formato elegido fue el de plantear preguntas de índole práctico, que se respondían utilizando la evidencia científica disponible y la experiencia del comité de expertos previa discusión crítica. En función de estas consideraciones se expresan asimismo las recomendaciones que la SEDAR hace para un adecuado manejo del bloqueo neuromuscular.

4.- DEFINICIONES

- **Acetilcolina (ACh):** Es un neurotransmisor presente en numerosas sinapsis del sistema nervioso central y periférico. En el contexto de la fisiología de la unión neuromuscular es el neurotransmisor liberado por el botón terminal nervioso, el cual difunde por la hendidura sináptica y se une a receptores pre y postsinápticos. La activación de estos últimos inicia la despolarización de la membrana de la célula muscular.
- **Acetilcolinesterasa:** Enzima responsable de la degradación de la acetilcolina en la unión neuromuscular. En el contexto del manejo de los BNMs su inhibición (ver más adelante) permite incrementar las moléculas de ACh y por tanto, el tono muscular tras la administración de un bloqueante neuromuscular no despolarizante (BNMND).
- **Anticolinérgicos:** En el presente contexto, fármacos utilizados para contrarrestar los efectos muscarínicos no deseados de los fármacos anticolinesterásicos. Los más utilizados clínicamente con este fin son la atropina y el glicopirrolato.
- **Atenuación o “fade”:** Disminución progresiva de la intensidad de la contracción muscular durante la estimulación nerviosa repetitiva. Se debe probablemente a la depleción parcial de las reservas de acetilcolina producidas por

los BNMND al bloquear los receptores nicotínicos presinápticos. No ocurre cuando se utilizan bloqueantes neuromusculares despolarizantes (BNMD).

- **Bloqueantes neuromusculares (BNMs):** Fármacos utilizados para conseguir el bloqueo o relajación neuromuscular.
- **Bloqueantes neuromusculares despolarizantes:** Grupo de fármacos BNMs que actúan estimulando el receptor nicotínico (agonistas), produciendo un bloqueo neuromuscular por despolarización parcial persistente. Actualmente el único utilizado en clínica es la succinilcolina
- **Bloqueantes neuromusculares no despolarizantes :** Grupo de fármacos BNMs que actúan sobre la placa motora compitiendo (antagonistas) en el receptor nicotínico con la Ach. Producen una parálisis muscular al evitar la despolarización de la célula muscular.
- **Bloqueo neuromuscular:** Bloqueo de la transmisión nerviosa a nivel de la placa motora del músculo estriado que conlleva la relajación o parálisis del grupo muscular esquelético asociado.
- **Cuenta post-tetánica o recuento post-tetánico (“posttetanic count”, PTC).** Método de estimulación basado en el principio de la facilitación post-tetánica: consiste en aplicar un estímulo tetánico de 50 Hz y 5 s de duración, seguido a los 3 s de 15 estímulos únicos de 1 Hz. Este método se emplea cuando no hay respuesta al tren de cuatro estímulos (TOF). Cuanto mayor sea el número de respuestas más pronto aparecerá la respuesta al primer componente del TOF.
- **Dosis de cebado (precurarización o priming):** Dosis baja de BNMND (en la bibliografía original un 10% de la DE95) que se puede administrar 3-5 minutos antes de la administración de la dosis de inducción del BNMND y que se utiliza para acelerar el inicio de acción y efecto máximo del fármaco.

- **Dosis eficaz 95 (DE95):** Dosis media de fármaco que produce una depresión del 95% de la respuesta al estímulo único. Su utilidad es doble ya que permite comparar la potencia de diferentes BNM y calcular las dosis utilizadas clínicamente. Por ejemplo, la dosis de intubación de un BNM suele ser dos o más veces la DE95 (2xDE95).
- **Duración de acción:** Tiempo transcurrido entre el inicio de la administración endovenosa y la recuperación de un determinado porcentaje respecto al control del estímulo único o del primer componente del TOF.
- **Estímulo de doble ráfaga (double burst stimulation, DBS).** Método de estimulación nerviosa en el que se aplican estímulos al nervio motor periférico que consisten en dos breves estímulos tetánicos separados por un intervalo que permita la relajación, evaluando de forma visual o táctil la relación de intensidad entre ambos. El más utilizado son series de tres y tres (o tres y dos) estímulos de 50 Hz separados 750 ms (DBS 3.3).
- **Estímulo supramáximo.** En el contexto del bloqueo neuromuscular, estímulo eléctrico que asegura que todas las fibras nerviosas son despolarizadas.
- **Estímulo tetánico.** Método de estimulación nerviosa en el que se aplican estímulos de alta frecuencia al nervio motor periférico. Aunque se han empleado frecuencias mayores la más utilizada, por consenso, es de 50 Hz. La traducción mecánica de este estímulo eléctrico es una contracción sostenida del músculo inervado (excepto en el caso de bloqueo neuromuscular muy profundo)
- **Estímulo único (single twitch).** Método de estimulación nerviosa en el que se aplican estímulos de intensidad supramáxima y de 0,2 ms de duración. Se emplea, fundamentalmente, para monitorizar el bloqueo despolarizante y la inducción del no

despolarizante, aplicando un estímulo cada 10 segundos (0,1 Hz) u, ocasionalmente, cada segundo (1 Hz).

- **Inducción de la anestesia de secuencia rápida o intubación de secuencia rápida (ISR):** Consiste en la administración rápida de los fármacos que componen la inducción anestésica para asegurar la vía aérea con rapidez en situaciones de emergencia y/o para evitar la aspiración de contenido gástrico. Existen diversas combinaciones, orden de administración y fármacos recomendados.
- **Inhibidores de la acetilcolinesterasa (anticolinesterásicos):** Al inhibir dicha enzima este grupo de fármacos induce un aumento de la concentración de Ach que desplaza competitivamente a los BNMND del receptor nicotínico. Esto permite la reversión del bloqueo neuromuscular. El más utilizado en la práctica anestésica es la neostigmina.
- **Inicio de acción:** Tiempo transcurrido desde el inicio de la administración del BNM hasta que el estímulo único o el primer componente del TOF se deprime en un 95%. Cuando el bloqueo es incompleto se mide el tiempo hasta que se alcanza el máximo bloqueo (dos estímulos repetidos de la misma magnitud).
- **Monitorización cualitativa de la función neuromuscular.** Monitorización de la función neuromuscular que se realiza utilizando un estimulador de nervios periféricos valorando de forma táctil y/o visual la respuesta en el grupo muscular correspondiente. Lo más frecuente es estimular el nervio cubital y observar la respuesta del músculo aductor del pulgar. Es poco precisa ya que la interpretación de la respuesta es subjetiva.
- **Monitorización cuantitativa u objetiva de la función neuromuscular.** La estimulación es similar a la anterior aunque la forma en que se mide la respuesta es diferente. El método de mecanomiográfico mide la fuerza resultante de la

contracción muscular. El método electromiográfico mide la actividad eléctrica del músculo. El método mecanosensitivo mide el movimiento del pulgar mediante un sensor de desplazamiento. El método acelerométrico mide la aceleración del músculo estimulado mediante un transductor de aceleración piezoeléctrico. Lo más frecuente es estimular el nervio cubital y medir la respuesta en el músculo aductor del pulgar.

- **Monitorización del bloqueo neuromuscular:** Procedimientos de seguimiento y control del inicio, la duración e intensidad del bloqueo neuromuscular.
- **Parálisis residual o bloqueo neuromuscular residual.** Es el producido por una recuperación incompleta del efecto del BNM. Puede ocasionar debilidad muscular con disminución de la fuerza inspiratoria, obstrucción de la vía aérea superior, hipoxemia, alteración de los reflejos protectores de la vía aérea, y disminución a la respuesta ventilatoria a la hipoxemia. Se correlaciona con una relación T4/T1 (TOFr) inferior a 0,9 en el aductor del pulgar.
- **Receptores musculares nicotínicos de Ach:** Son canales iónicos que se abren al unirse a la Ach. Pueden ser pre o post sinápticos. La activación de los primeros estimula la movilización de vesículas de acetilcolina en el terminal nervioso. La activación de los segundos induce un pequeño cambio en el potencial de membrana suficiente para activar canales iónicos dependientes de voltaje. Esto induce la despolarización de la membrana de la célula muscular.
- **Recuperación del bloqueo:** Proceso por el que desaparece de forma espontánea y gradual el bloqueo neuromuscular. Se considera completa cuando la relación T4/T1 en el músculo estudiado es mayor de 0,9.
- **Relación T4/T1 (TOF ratio, TOFr).** Relación (expresada habitualmente en porcentaje o en números del intervalo 0-1) entre la cuarta y la primera respuesta del

TOF. Un TOFr superior a 0,9 en el aductor del pulgar es el criterio objetivo más fiable para descartar un bloqueo o parálisis residual.

- **Reversión del bloqueo:** Finalización del bloqueo muscular inducida farmacológicamente. Los reversores se suelen administrar cuando el bloqueo no se ha recuperado (TOFr menor de 0,9) de forma espontánea al final del procedimiento.
- **Tren de cuatro estímulos (Train of four, TOF):** Método de estimulación nerviosa que consiste en aplicar cuatro estímulos en 2 segundos, de corriente supramáxima y de 0,2 ms de duración cada uno al nervio motor periférico.

5.- USO CLINICO DE LOS BLOQUEANTES NEUROMUSCULAR

5.1. INTUBACION ENDOTRAQUEAL

5.1.1.- BNMs e intubación endotraqueal.

¿Facilita el bloqueo neuromuscular la intubación?

El bloqueo neuromuscular facilita la intubación traqueal para anestesia general (grado A)¹ y en emergencias extrahospitalarias y hospitalarias (grado B)^{2,3}, siempre que la dosificación del fármaco sea la adecuada (2 x DE95) y que el lapso de tiempo entre la administración del BNM y la intubación sea suficiente para conseguir el grado de bloqueo máximo (60 segundos para succinilcolina y entre 1,5 y 4 minutos para los BNMND)¹.

5.1.2.- BNMs en la intubación endotraqueal en cirugía programada.

a.- Bloqueo neuromuscular con intubación previsiblemente fácil.

¿Se puede realizar la intubación endotraqueal sin BNM?

Sí, se puede realizar la intubación sin BNM, induciendo un mayor grado (profundidad) de hipnosis y analgesia aunque hay que tener en cuenta las dificultades inherentes a la intubación en estas circunstancias y los posibles incidentes que puedan aparecer^{1,4}.

Sin embargo el empleo de BNMs proporcionó mejores condiciones de intubación en un intervalo de tiempo menor (grado A)¹. En estudios donde se intubó sin BNMs el empleo de propofol como hipnótico se asoció a mejores condiciones de intubación que etomidato o tiopental (grado B)^{5,6}.

No se recomienda la intubación con BNMs en pacientes alérgicos a los BNMs (grado C)¹.

¿Disminuyen los efectos adversos de la intubación con el uso de BNMs?

Sí, la utilización de BNMs disminuye los traumatismos laríngeos, faríngeos y dentarios (grado C y Revisiones)^{1,7}, principales incidentes de la intubación endotraqueal, así como el dolor postoperatorio a nivel de las vías aéreas superiores (grado A)^{1,7}.

Además, no produce tanto deterioro hemodinámico (grado C) inherente a la necesidad de administrar dosis mayores de hipnóticos y opiáceos cuando no se utilizan BNMs^{8,9,10}.

¿Qué tipo de BNMs se recomienda utilizar?

Se recomienda el uso de BNMND de duración intermedia. La succinilcolina podría ser una opción teniendo en cuenta su perfil de seguridad¹.

Las características de los BNMs se exponen en la Tabla I.

¿Mejora las condiciones de intubación endotraqueal el uso de dosis de cebado de BNMs?

El inicio de acción y el efecto máximo pueden acortarse si se administra una dosis de cebado o precurarización (ver definiciones) del BNMND^{11,12}. La antelación con la que debe administrarse dicha dosis de cebado debería ser similar al tiempo hasta el efecto máximo del fármaco, en general entre 3-5 min¹¹.

b.- Bloqueo neuromuscular con intubación potencialmente difícil.

¿Cuándo utilizar un BNM?

No existen estudios que permitan definir el papel de los BNMs en la intubación difícil. Se recomienda entonces mantener la ventilación espontánea en la medida de lo posible. Puede realizarse una anestesia general con BNMs si se comprueba antes que es posible, al menos, la ventilación con mascarilla facial^{1,13,14,15}.

5.1.3.- BNMs e intubación endotraqueal mediante ISR.

¿Debe utilizarse la ISR para disminuir la incidencia de aspiración broncopulmonar?

No existen ensayos clínicos aleatorios que evalúen el impacto que tiene la ISR en la incidencia de aspiración broncopulmonar. La decisión para utilizar la técnica de la ISR no puede basarse (ni apoyarse ni negarse) en la posibilidad de prevenir una aspiración broncopulmonar³.

Sin embargo, el comité de expertos recomienda su uso en estas situaciones.

¿Qué tipo de BNM se recomienda utilizar para la intubación mediante ISR?

Succinilcolina 1 mg.Kg⁻¹ y bromuro de rocuronio (rocuronio) 0,6 mg.Kg⁻¹ proporcionan condiciones de intubación clínicamente aceptables (Ver definición de condiciones de intubación en Tabla II) a los 60 s de su administración. Con succinilcolina 1-1,5 mg.Kg⁻¹, se obtiene una proporción mayor de condiciones de intubación excelentes¹⁶. La dosis de rocuronio es de 0,6-0,7 mg.Kg⁻¹ cuando se administra un opioide junto el inductor o cuando el agente de inducción es propofol o de 0,9-1,2 mg.Kg⁻¹ si el hipnótico es tiopental¹⁷.

Las diferencias y perfiles de seguridad de uno y otro fármaco se exponen en la Tabla I.

¿Está indicado el bloqueo neuromuscular en la cirugía de urgencia, con estómago lleno?

La técnica de referencia en estas circunstancias es la ISR. Las dosis recomendadas son tiopental 3-5 mg.Kg⁻¹ y succinilcolina 1 mg.Kg⁻¹ o bien rocuronio 0,9-1,2 mg.Kg⁻¹ (o 0,6-0,7 mg.Kg⁻¹ si se utiliza propofol) (grado C y Revisiones)^{1,16,17}.

5.1.4.- Intubación a través de una mascarilla laríngea

¿Está indicado el uso de BNMs para la inserción de mascarilla laríngea o para la intubación a través de la misma?

No existen estudios concluyentes que permitan afirmar que pequeñas dosis de BNMs (un 10% de la DE95) faciliten la colocación de las mascarillas laríngeas convencionales (grado C)¹³.

Cuando la mascarilla laríngea se emplea para la intubación endotraqueal la administración de BNMs aumenta las probabilidades de éxito (grado B)¹³.

5.2.- MANTENIMIENTO INTRAOPERATORIO

¿Qué indicaciones tienen los BNMs durante el periodo intraoperatorio?

Aunque no hay evidencias científicas y las recomendaciones se basan en opinión de expertos, se consideran las siguientes: mantenimiento de la inmovilidad (en neurocirugía, cirugía cardíaca, microcirugía laríngea y ORL, terapia electroconvulsiva, etc.), accesibilidad del sitio quirúrgico y facilitación del procedimiento (cirugía laparoscópica, cirugía digestiva, torácica, ginecológica, obstétrica, traumatología y ortopedia, etc.), prevención de complicaciones a distancia (tos y otros aumentos de la presión en el caso de neurocirugía, oftalmología, cirugía torácica, etc.).

¿Qué BNM se puede elegir para el mantenimiento del bloqueo neuromuscular durante el periodo intraoperatorio?

No hay evidencias científicas, salvo las opiniones de expertos para recomendar un BNM concreto para el periodo intraoperatorio. La elección dependerá del anestesiólogo/a, de

las características farmacológicas de cada fármaco y de las del paciente. Deben tenerse en cuenta la duración de la cirugía, la profundidad de bloqueo requerida y las interacciones farmacológicas.

Se recomienda no utilizar perfusiones de succinilcolina. El bromuro de pancuronio (pancuronio) puede producir bloqueo neuromuscular residual con más frecuencia que el resto de BNM.

Puede administrarse inyecciones repetidas o perfusiones de BNMND para el mantenimiento. Para las perfusiones se recomiendan sólo BNMND de duración corta o intermedia.

¿Debe emplearse monitorización del bloqueo neuromuscular durante el periodo intraoperatorio?

Aunque los BNM tienen un amplio margen de seguridad, incluyendo previsibilidad farmacocinética y farmacodinámica, se recomienda el empleo de la monitorización del bloqueo en razón de la variabilidad interindividual y de la potenciación por otros fármacos o circunstancias clínicas^{1,18,19,20}.

5.3.- PACIENTES INGRESADOS EN UNIDADES DE CUIDADOS CRÍTICOS.

¿Qué BNM es el más adecuado para la intubación endotraqueal en estos pacientes?

En determinadas circunstancias excepcionales puede realizarse la intubación sin BNM. Dado que la mayor parte de las intubaciones en el contexto del paciente crítico requieren asegurar la vía aérea con rapidez, en caso de que se precisen, se recomienda utilizar aquellos BNM con menor tiempo de inicio de acción y que alcancen antes su efecto máximo: succinilcolina 1 mg.Kg^{-1} y rocuronio $0,6-1,2 \text{ mg.Kg}^{-1}$ (Grado B).

Pueden utilizarse otros fármacos de latencia mayor a mayores dosis para reducir el inicio de acción, aunque se debe asumir que la duración del efecto será mucho mayor (grado C) (Tabla I).

No es recomendable utilizar succinilcolina en pacientes susceptibles de hiperpotasemia²¹ y arritmias inducidas por este fármaco (Tabla I). Aunque estos efectos adversos disminuyen con dosis inferiores a 1 mg.Kg^{-1} , su desencadenamiento es imprevisible. En estos casos se recomienda emplear rocuronio (grado B). Valorar también el estado del paciente (etiología, cronicidad, deterioro físico, etc.) para deducir qué tipo de respuesta es esperable (regulación al alza o a la baja de los receptores de Ach, etc.), tanto a los BNMD como a los BNMND.

¿Cuáles son las indicaciones del bloqueo neuromuscular continuo en el paciente crítico?

La bibliografía es unánime al destacar que el bloqueo neuromuscular continuo debe ser siempre la última opción terapéutica para cada una de las indicaciones²². Dichas indicaciones son: adaptación a la ventilación mecánica, tratamiento de la hipertensión intracraneal, tratamiento de la hipertonía muscular (tétanos, estatus epiléptico, síndrome neuroléptico maligno, etc.), disminución del consumo de oxígeno entre las fundamentales²³.

¿Cuál es el BNMND más adecuado para su uso en perfusión continua en el paciente crítico?

No existe evidencia científica que haga recomendable el empleo de un BNMND concreto. En ausencia de insuficiencia hepática o renal pueden emplearse tanto besilato de cisatracurio (cisatracurio) como rocuronio^{24,25} (grado B). Deben administrarse en el contexto de un protocolo, monitorizando su efecto y reevaluando diariamente la

necesidad de mantenerlos. Los BNM aminosteroides deben administrarse con precaución en pacientes con insuficiencia hepática o renal avanzadas (grado B)²⁴. En caso de emplearse se recomienda monitorización objetiva. De los BNM benzilisoquinolínicos, cisatracurio no induce la liberación de histamina a las dosis recomendadas²⁵ (grado A), y la liberación de metabolitos tóxicos (laudanosina) es tardía, aunque debe considerarse.

¿Cuáles son los efectos adversos derivados del bloqueo neuromuscular mantenido?

Bloqueo prolongado, consistente en parálisis que dura más allá del tiempo esperado de eliminación del fármaco. Se ha descrito con todos los BNM (grado C)²⁴.

Miopatía del paciente crítico. La administración prolongada de BNM junto con la de corticoides son los principales factores de riesgo para su aparición²⁶.

Despertar bajo los efectos del BNM, debida a una sedación insuficiente lo que supone una carga psíquica y física adicional al paciente.

Taquifilaxia: necesidad de incrementar progresivamente las dosis para alcanzar el mismo efecto.

Para evitarlos se recomienda evitar el uso prolongado de BNM. Si se considera indicado el bloqueo neuromuscular, deben administrarse siguiendo un protocolo que asegure el empleo de la dosis menor eficaz y que reevalúe periódicamente la necesidad del fármaco²⁴. La monitorización con aceleromiografía permite una valoración objetiva del grado de bloqueo neuromuscular.

5.4.- RECOMENDACIONES DE LA SEDAR

Las recomendaciones de la SEDAR al respecto de las indicaciones de los BNM's se exponen en la Tabla III.

6.- MONITORIZACION.

¿Qué datos clínicos se pueden utilizar para valorar la recuperación del bloqueo neuromuscular?

Se pueden utilizar pruebas clínicas como ordenar la apertura de los ojos, apretar la mano, levantar la cabeza 5 s, sacar la lengua, el test del depresor lingual, y parámetros respiratorios (distensibilidad torácica, fuerza inspiratoria mayor de -20 mmHg, volumen corriente, etc.). Se puede utilizar la monitorización instrumental cualitativa táctil o visual del TOF y DBS. Todas estas modalidades son poco sensibles (grado C) y no permiten descartar el bloqueo neuromuscular residual^{27,28}.

¿Por qué y para qué utilizar la monitorización del bloqueo neuromuscular?

Existe una gran variabilidad de los pacientes en la respuesta a los BNM. La monitorización cuantitativa es una práctica basada en la evidencia (grado B)^{28,29,30}.

y debe consecuentemente recomendarse cuando se utiliza un BNM. Su uso permite determinar el momento óptimo para la intubación traqueal, ajustar el bloqueo a las necesidades del paciente y de la cirugía, además de evitar el bloqueo residual (grado B)^{28,29,30}, y guiar los criterios de utilización de los reversiones del bloqueo neuromuscular (grado C). Utilizando la monitorización se ha conseguido reducir la incidencia de bloqueo neuromuscular residual de un 88% al 32% valorando un TOFr de 0,9²⁸

¿Es necesaria la monitorización neuromuscular en todos los pacientes?

Se recomienda monitorizar a todos los pacientes como mínimo con evaluación táctil y visual el grado de bloqueo neuromuscular inducido por BNM. Se recomienda monitorizar de forma cuantitativa siempre que se usen dosis repetidas, infusión continua y en aquellos pacientes con enfermedades neuromusculares u otras enfermedades que puedan afectar al sistema neuromuscular independientemente de las dosis de BNM. Con la monitorización es posible ajustar el grado de bloqueo a las necesidades del acto

quirúrgico con dosis menores de BNMs y por tanto un menor bloqueo residual postoperatorio (grado B)²⁸.

¿En qué se diferencia un BNMD de un BNMND en función de su respuesta a la monitorización?

Cuando se utiliza el TOF en el BNMD las 4 respuestas disminuyen o aumentan a la vez (presentan la misma altura en el trazado), mientras que con el BNMND aparece una disminución o aumento gradual de las mismas (“fade” o desaparición gradual de las respuestas).

¿Qué tipo de estímulo y técnica se debe utilizar en la monitorización?

En general se recomienda utilizar el TOF. Durante la inducción y si se realizan estudios clínicos puede ser más fiable el estímulo único cada segundo o cada 10 segundos. Para determinar la recuperación de la contracción es más fiable el TOF (y TOFr) pero con ciertas reservas para determinar la recuperación completa sobre todo con evaluación táctil y visual³¹. El empleo de DBS aumenta la sensibilidad de la evaluación táctil en la recuperación comparado con la estimulación visual o táctil del TOF³². Durante las fases de bloqueo neuromuscular profundo, cuando no hay respuesta al TOF, se debe utilizar el PTC³³.

La forma más práctica, relativamente sencilla y más estudiada de valorar la función neuromuscular (en el ámbito que nos ocupa) es la acelerometría³⁴.

¿Cuándo debe iniciarse la monitorización?

De ser posible, puesto que la estimulación con el paciente despierto es molesta, debe iniciarse después de la inducción anestésica y antes de administrar el BNM; esto nos permite tener una referencia de la fuerza de la contracción, realizar una calibración del equipo y la obtención del estímulo supramáximo.

¿Puede utilizarse un estimulador de nervios periféricos sin un control previo?

Se puede utilizar si el equipo dispone de TOF. La ventaja de la estimulación con TOF es que no es necesario un control. EL TOFr es el que se usa para evaluar el bloqueo ya que la proporción es independiente de la lectura control previa a la administración del bloqueante neuromuscular.

¿Es fiable la monitorización si la temperatura corporal es baja?

La hipotermia es una de las causas más frecuente de sobreestimación del bloqueo neuromuscular, existiendo un descenso gradual de la altura de la respuesta por debajo de los 35°C, y no siendo fiable con temperaturas menores de 32°C (grado B). En estos casos se debe estimular con la corriente máxima³⁵ y recalentar al paciente.

¿Qué grupos neuromusculares se pueden utilizar para la monitorización?

En principio se puede utilizar cualquier nervio motor periférico superficial³⁶, siendo los más habituales el nervio cubital con respuesta del aductor del pulgar (AP); el nervio tibial posterior con respuesta del flexor corto del primer dedo del pie; el nervio facial con respuesta del corrugador superciliar.

El grupo muscular mejor estudiado es el AP, aunque no es representativo del resto de la musculatura; el diafragma y la musculatura aductora laríngea son más resistentes a los efectos de los BNM's; tienen un comienzo de acción y recuperación más rápida^{36,37}, y su comportamiento se asemeja más al corrugador superciliar.

¿Qué nervio se debe monitorizar para valorar el momento de la intubación endotraqueal?

La monitorización mejora las condiciones de intubación (grado B)^{1,7}. Se recomienda monitorizar el nervio facial, valorando la respuesta en el músculo corrugador superciliar, ya que el grado de resistencia e inicio de acción es muy similar a los músculos de la laringe (grado A)³⁸.

¿Permite evitar complicaciones postoperatorias la monitorización del bloqueo neuromuscular?

El bloqueo neuromuscular residual postoperatoria conduce a complicaciones pulmonares postoperatorias (grado A)³⁹ y aumenta la morbilidad y mortalidad debida a éstas (grado C)⁴⁰. Utilizando la monitorización cuantitativa se puede evitar el bloqueo residual (grado B)²⁹.

¿Cuáles son las recomendaciones de SEDAR sobre la monitorización del bloqueo neuromuscular?

Las recomendaciones de la SEDAR sobre la monitorización, se expresan en la Tabla IV.

7.- BLOQUEO NEUROMUSCULAR RESIDUAL Y REVERSION DEL BLOQUEO NEUROMUSCULAR

¿Cuál es la incidencia de bloqueo neuromuscular residual tras anestesia con BNMs?

Numerosos estudios demuestran la elevada incidencia del bloqueo residual postoperatorio tras anestesia en la que se han empleado BNMs⁴¹. Cuanto más larga es la duración de acción del BNM utilizado, mayor es la incidencia de bloqueo residual²⁷.

¿Qué consecuencias puede tener el bloqueo residual?

Puede dar lugar a signos evidentes de parálisis (debilidad, insuficiencia respiratoria, necesidad de reintubar al paciente), hasta signos más sutiles como descoordinación orofaríngea (riesgo de aspiración), disminución de la respuesta ventilatoria a la hipoxia y el colapso de la vía aérea durante la inspiración forzada^{39,42}.

¿Cómo reducir el riesgo de bloqueo residual?

Monitorizando de forma rutinaria siempre que se utilice un BNM, utilizando la acelerometría previa a la intubación y durante el procedimiento quirúrgico, evitando la supresión total de la respuesta y no administrando la reversión hasta que no exista una recuperación espontánea de la función neuromuscular, así como revertiendo el bloqueo farmacológicamente de forma rutinaria⁴³. Aunque un reciente metanálisis⁴⁴ indica que no se puede demostrar que el empleo de monitorización intraoperatoria del BNM reduce la incidencia del bloqueo neuromuscular residual, los estudios incluidos son poco homogéneos, y los autores subrayan que la lectura crítica de los trabajos incluidos les hace mantener su hipótesis inicial de que la monitorización y la reversión del bloqueo servirían para reducir la incidencia del bloqueo neuromuscular residual.

¿Cuándo se considera que ya no existe bloqueo residual (recuperación del bloqueo neuromuscular)?

Se considera actualmente como indicador de recuperación de la función neuromuscular, un TOFr mayor de 0,9^{27,41,45,46}.

¿Cómo detectar el bloqueo neuromuscular residual?

Los test cualitativos no son lo suficientemente sensibles para detectar el bloqueo neuromuscular residual ya que no aprecian TOFr <0,9⁴⁷. Se deben utilizar tests cuantitativos o en su defecto la medición visual o táctil de la amortiguación con estímulo DBS⁴³.

¿Para qué deben utilizarse los fármacos reversores de los BNM?

Para evitar o minimizar el bloqueo neuromuscular residual al final de la cirugía ya que ésta juega un papel importante en la disminución de la morbi-mortalidad en anestesia⁴⁶. Los reversores aceleran y facilitan la recuperación del tono muscular y pueden evitar las complicaciones del uso de BNM.

¿Cómo actúan los reversiones de los BNMND?

Los anticolinesterásicos reducen la degradación de la Ach en la unión neuromuscular aumentando su concentración. Esto aumenta la competición entre la Ach y el BNM en el receptor nicotínico a favor de la primera.

¿Cómo revertir un bloqueo profundo?

En el bloqueo profundo el aumento de la concentración de la Ach producida por los anticolinesterásicos es insuficiente para desplazar las moléculas del BNM. Sugammadex (fármaco que se une selectivamente a BNM aminoesteroides impidiendo su acción) es efectivo para revertir el bloqueo profundo de rocuronio en pocos minutos (grado A)

48,49

¿Cuándo se debe iniciar la reversión del bloqueo neuromuscular?

No debe iniciarse antes de que existan al menos dos o preferentemente tres respuestas del TOF¹. Si no se dispone de un estimulador de nervios periféricos, no se debe iniciar la reversión hasta no observar síntomas de recuperación muscular espontánea, de forma que puedan sumarse la reversión farmacológica y la espontánea⁵⁰. La neostigmina es el fármaco más frecuentemente empleado en la actualidad con este fin.

¿Qué dosis de neostigmina se debe administrar?

La dosis habitual es de 40-50 $\mu\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$. Tiene un efecto “techo”, dosis dependiente. Además, al aumentar la dosis sólo aumentarán los efectos adversos.

¿Qué efectos adversos tiene y cómo manejarlos?

Los anticolinesterásicos aumentan la concentración de Ach en todos los receptores colinérgicos (nicotínicos y muscarínicos) y producen efectos como bradicardia, hipotensión, aumento de la secreción salivar y bronquial, contracción de la musculatura lisa bronquial e intestinal, náuseas o vómitos. Estos efectos pueden contrarrestarse

parcialmente con anticolinérgicos antimuscarínicos (atropina, 20-35 $\mu\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$) que a su vez producen efectos adversos de tipo taquicardia, sequedad de boca y visión borrosa.

¿Cuáles son las contraindicaciones en el uso de los anticolinesterásicos como la neostigmina?

Las contraindicaciones a la reversión farmacológica son excepcionales (grado C)¹. Incluyen hipersensibilidad a la neostigmina, obstrucción mecánica del tracto gastrointestinal o genitourinario no resuelta. Debe ser utilizada con precaución en pacientes con asma bronquial, epilepsia, bradicardia, oclusión coronaria reciente, megacolon, vagotonía, hipertiroidismo, arritmias cardíacas o úlcera péptica.

¿Existen otros posibles mecanismos de acelerar la reversión del bloqueo?

Otro mecanismo para revertir los efectos de los BNMND es a través de la disminución activa de la cantidad de BNM presente en el plasma. Esto se consigue por la encapsulación e inactivación de las moléculas libres de fármaco formando un compuesto inactivo que se elimina por orina. En la actualidad está disponible el sugammadex, un antagonista de este tipo específico para rocuronio y vecuronio.

¿Cuáles son las recomendaciones de la SEDAR sobre la reversión del BNM?

Las recomendaciones de SEDAR se exponen en la Tabla V.

Bibliografía:

¹Duvaldestein P, Giraud A, Lejus C, Bourgain J.L, Feiss P, Fischer M et al. Indications de la curarisation en anesthésie. *Ann Fr Anest Réanim.* 2000; 19 (Suppl 1):337-472

²Reynolds SF, Heffner J. Airway Management of the Critically ill Patient. *Chest.* 2005; 127:1397

³Neilipovitz DT., Crosby Ed T.. No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. *Can J Anesth.* 2007; 54(9) 748-64

⁴Woods AW, Allam S. Tracheal intubation without the use of neuromuscular blocking agents. *Br J Anaesth.* 2005; 94: 150-8

⁵Iamaroon A, Pitjamana-aree S, Prechawai C, Anusit J, Samcharoen K, Chaiyaroj O. Endotracheal intubation with thiopental/succinylcholine or sevoflurane-nitrous oxide anesthesia in adults: a comparative study. *Anesth Analg.* 2001; 92: 523-8

⁶Erhan E, Ugur G, Gunusen I, Alper I, Ozyar B. Propofol –not thiopental or etomidate- with remifentanil provides adequate conditions in the absence of neuromuscular blockade. *Can J Anesth.* 2003; 50: 108-15

⁷Mencke T, Echternach M. Does the timing of tracheal intubation based on neuromuscular monitoring decrease laryngeal injury?, A randomized, prospective, controlled trial. *Anesth Analg.* 2006; 102:306-12

⁸Mencke T, Echternach M, Kleinschmidt S, Lux P, Barth V, Plinkert PK et al. Laryngeal morbidity and quality of tracheal intubation: a randomized controlled trial. *Anesthesiology.* 2003; 98:1049-56

⁹Combes X, Adriamifidy L, Dufresne E, Suen P, Sauvat S, Scherrer E, et al. Comparison of two induction regimens using or not using muscle relaxant: impact on postoperative upper airway discomfort. *Br J Anaesth* 2007; 99:276-81

¹⁰Jabbour-Khoury SI, Dabbous AS, Rizk LB, Abou Jalad NM, Bartelmaos TE, El

Khatib MF et al. A combination of alfentanil-lidocaine-propofol provides better intubating conditions than fentanyl-lidocaine-propofol in the absence of muscle relaxants. *Can J Anesth.* 2003; 50:116-20

¹¹Kopman AF, Nabeel AK y Neuman GG. Precurarization and priming: a theoretical analysis of safety and timing. *Anesth Analg* 2001; 93:1253-6

¹²Schreiber JU, Lysakowski CL, Fuchs-Buder T, Tràmèr MR. Prevention of succinylcholine-induced fasciculation and myalgia. *Anesthesiology* 2005; 103:877-84

¹³Van Vlymen JM, Coloma M, Tongier WK, White PF. Use of the intubating laryngeal mask airway: are muscle relaxants necessary?. *Anesthesiology* 2000; 93:340-5

¹⁴Massó E, Sabaté S, Hinojosa M, Vila P, Canet J, Langeron O. Lightwand tracheal intubation with and without muscle relaxation. *Anesthesiology* 2006; 104:249-54

¹⁵American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway: Practice guidelines for management of the difficult airway: An updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003; 98:1269–7

¹⁶ Perry JJ, Lee JS, Sillberg VAH, Wells GA. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008, Issue 2. Art. No.: CD002788. DOI: 10.1002/14651858.CD002788.pub2.

¹⁷Lysakowski C, Suppan L, Czarnetzki C, Tassonyi E, Tramèr M. R. Impact of the intubation model on the efficacy of rocuronium during rapid sequence intubation: systematic review of randomized trials. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007; 51:848-57

¹⁸Hans P, Bonhomme V. Muscle relaxants in neurosurgical anaesthesia: a critical appraisal. *Eur J Anaesthesiol* 2003; 20:600-5.

- ¹⁹Miller DR, Wherrett C, Hull K, Watson J, Legault S. Cumulation characteristics of cisatracurium and rocuronium during continuous infusion. *Can J Anesth* 2000; 47(10): 943-9.
- ²⁰Lam AM, Pavlin EG, Visco E, Taraday J. Rocuronium versus succinylcholine-atracurium for tracheal intubation and maintenance relaxation during propofol anesthesia. *J Clin Anesth* 2000; 12(6):449-53.
- ²¹Jeevendra JA, Richtsfeld M. Succinylcholine-induced hiperkalemia in acquired pathologic states. *Anesthesiology* 2006; 104:158-69
- ²²Vender JS, Skozol JW, Murphy GS, Nitsun M. Sedation, analgesia and neuromuscular blockade in sepsis: an evidence-based review. *Crit Care Med* 2004; 32:S554-S561
- ²³Sandiumenge A, Anglés R, Martín-Melgar JL et al. Utilización de bloqueantes neuromusculares en el paciente crítico. *Med Intensiva* 2008; 32:S69-S76
- ²⁴Murray MJ, Cowen J, De Block H, Erstad B, Gray AW, Jr., Tescher AN et al. Clinical practice guidelines for sustained neuromuscular blockade in the adult critically ill patient. *Crit Care Med* 2002; 30:142-56
- ²⁵Prielipp RC, Coursin DB, Scuderi PE, Bowton DL, Ford SR, Cardenas VJ et al. Comparison of the infusion requirements and recovery profiles of vecuronium and cisatracurium 51W89 in intensive care unit patients. *Anesth Analg* 1995; 81:3-12
- ²⁶Lacomis D, Giuliani MJ, Van Cott A, Kramer DJ. Acute myopathy of intensive care: clinical and pathological aspects. *Ann Neurol* 1996; 40:645-54
- ²⁷Debaene B, Plaud B, Dilly MP, Donati F. Residual paralysis in the PACU after a single intubating dose of nondepolarizing muscle relaxant with an intermediate duration of action. *Anesthesiology* 2003; 98:1042-8.
- ²⁸Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Franklin M, Avram MJ, Vender JS. Residual paralysis at the time of tracheal extubation. *Anesth Analg* 2005; 100:1840-5.

- ²⁹Mortensen CR, Berg H, el-Mahdy A, Viby-Mogensen J. Perioperative monitoring of neuromuscular transmission using acceleromyography prevents residual neuromuscular block following pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39:797-801.
- ³⁰Shorten GD, Merk H, Sieber T. Perioperative train-of-four monitoring and residual curarization. *Can J Anaesth* 1995; 42:711-5.
- ³¹ Viby-Mogensen J, Jensen NH, Engbaek J, Ording H, Skovgaard LT, Chraemmer-Jørgensen B. Tactile and visual evaluation of the response to train-of-four nerve stimulation. *Anesthesiology* 1985; 63:440-3.
- ³²Engbaek J, Ostergaard D, Viby-Mogensen J. Double Burst Stimulation (DBS) :a new pattern of nerve stimulation to identify residual neuromuscular block. *Br J Anaesth* 1989; 1989; 62:274-8.
- ³³Viby-Mogensen J, Howardy-Hansen P. Chraemmer-Jorgensen B. Posttetanic count (PTC): a new method of evaluating an intense non depolarizing neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 1981; 55:458-61.
- ³⁴Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Greenberg SB, Avram MJ, Vender JS. Intraoperative acceleromyographic monitoring reduces the risk of residual neuromuscular blockade and adverse respiratory events in the Postanesthesia Care Unit. *Anesthesiology* 2008; 109(3): 389-398
- ³⁵Young ML, Hanson W, Bloom MJ, Savino JS, Muravchick. Localized hypothermia influences assessment of recovery from vecuronium neuro-muscular blockade. *Can J Anaesth* 1994; 41:1172-7.
- ³⁶Murphy GS, Szokol JW. Monitoring Neuromuscular Blockade. *Int Anesthesiol Clin* 2004; 42:25-40.
- ³⁷Donati F, Plaud B, Meistelman F. A method to measure elicited contraction of laryngeal adductor muscles during anesthesia. *Anesthesiology* 1991; 74:827-32.

³⁸Ungureanu D, Meistelman C, Frossard J, Donati F. The orbicularis oculi and the adductor pollicis muscle as monitors of atracurium block of laryngeal muscles. *Anesth Analg* 1993; 77:775-9.

³⁹Berg H, Roed J, Viby-Mogensen J, Mortensen CR, Engbaek J, Skovgaard LT et al. Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 1095-103.

⁴⁰Arbous MS, Meursing AE, Van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HH, Touw P, et al. Impact of anesthesia management characteristics on severe morbidity and mortality. *Anesthesiology* 2005; 102:257-68.

⁴¹Baillard C, Gehan G, Reboul-Marty J, Larmignat P, Samama CM, Cupa M. Residual curarization in the recovery room after vecuronium. *Br J Anaesth* 2000; 84(3):394-5

⁴²Eriksson L I. Editorial: Evidence-based practice and neuromuscular monitoring. It's time for routine quantitative assessment. *Anesthesiology* 2003; 98:1037-9

⁴³Murphy GS. Residual neuromuscular blockade: incidence, assessment, and relevance in the postoperative period. *Minerva Anesthesiol* 2006; 72:97-109

⁴⁴Naguib M, Kopman AF, Ensor JE. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarization: a meta-analysis. *Br J Anaesth* 2007; 98:302-316.

⁴⁵Kopman A, Yee P, Neuman GG. Relationship of the train-of-four fade ratio to clinical signs and symptoms of residual paralysis in awake volunteers. *Anesthesiology* 1999; 86(4):755-7

⁴⁶Baillard C. Haro sur la curarisation residuelle. *Ann Fr Anesth Réanim* 2005; 24(10):1245-6

⁴⁷Brull S. Editorial: Indicators of recovery of neuromuscular function: time for change? *Anesthesiology* 1999; 86(4):755-7

⁴⁸Sielenkämper AW, Claudius C, Larsen PB, Prins ME, Eikerman M, Khuenl-Brady KS. Reversal of profound, high-dose rocuronium-induced neuromuscular blockade by sugammadex at two different time points: an international, multicenter, randomized, dose-finding, safety assessor blinded, phase II trial. *Anesthesiology* 2008; 109 (2):188-97.

⁴⁹Jones RK, Caldwell JE, Brull SJ, Soto RG. Reversal of profound rocuronium-induced blockade with sugammadex: a randomized comparison with neostigmine. *Anesthesiology* 2008; 109 (5): 816-24.

⁵⁰Viby-Mogensen J. Editorial: Postoperative residual curarization and evidence-based anaesthesia. *Br J Anaesth* 2000; 84:301-3

⁵¹Hemmerling T. Neuromuscular blockade: an update for the clinician. *Can J Anesth* 2007; 54:58-72.

⁵²Viby-Mogensen J, Engbaek J, Eriksson LJ, Gramstad L, Jensen E, Jensen FS et al. Good clinical research practise (GCRP) in pharmacodynamic studies with neuromuscular blocking agents. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40:59-74

Tabla I. Farmacodinámica y efectos adversos de los BNM de uso actual

BNM y dosis	Inicio de Acción Seg. (DS)	Duración 25% min (DS)	Precauciones y efectos adversos	Ventajas
Succinilcolina 1 mg.Kg ⁻¹	56 (15)	8 (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de presión en las cavidades corporales • Rabdomiolisis en pacientes con miopatías • Hiperpotasemia tóxica en pacientes con denervación (encamados, quemados, administración crónica de BNM...) • Mialgias postoperatorias. • Efecto prolongado en déficit de colinesterasa congénito o adquirido • Necesita conservación en frío 	<ul style="list-style-type: none"> • Rápido inicio y fin de su efecto
Rocuronio 0,6 mg.Kg ⁻¹	115 (21)	29,5 (8,2)	<ul style="list-style-type: none"> • Duración 25% prolongada en pacientes con insuficiencia hepática y renal • Necesita conservación en frío 	<ul style="list-style-type: none"> • Rápido inicio de efecto
Atracurio 0,5 mg.Kg ⁻¹	178 (47)	45 (7)	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de histamina con dosis elevadas o tras inyección rápida. • Necesita conservación en frío 	
Cisatracurio 0,1 mg.Kg ⁻¹	325(88)	38(6)	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita conservación en frío 	<ul style="list-style-type: none"> • En su mayor parte se degrada espontáneamente
Vecuronio 0,1 mg.kg ⁻¹	174 (32)	38 (7)	<ul style="list-style-type: none"> • Similar a rocuronio 	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere frío. Se reconstituye en el momento de utilizarlo
Mivacurio 0,15 mg.Kg ⁻¹	202 (37,2)	13 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de histamina 	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere frío • Duración corta

Los datos farmacodinámicos están tomados de Hemmerling⁵¹. Las dosis corresponden aproximadamente a 2xDE95. EL inicio de acción marca el tiempo transcurrido entre la administración y el efecto máximo o la depresión de un 90%. Duración 25% es el tiempo transcurrido entre la administración y la recuperación de un 25% de la intensidad de la contracción inicial o control.

Tabla II: Condiciones de intubación: excelentes, buenas y malas según Viby-Mogensen⁵²

Variable	Excelente	Buena	Mala
Laringoscopia (relajación mandíbula)	Fácil (Total)	Aceptable (No total)	Difícil (Pobre, resistencia)
Cuerdas Vocales Posición Movimientos	Abducción Ninguno	Intermedia En movimiento	Cerradas Cerradas
Reacción a la intubación y/o al inflado del manguito Movimiento extremidades Tos	Ninguno Ninguna	Débil Diafragmática	Vigorosa Mantenida (>10 seg.)

Tabla III. Recomendaciones del comité de expertos de la SEDAR en cuanto al uso clínico de BNM.

Uso de BNM para intubación previsiblemente fácil	Comentarios
Se recomienda el uso de BNM para facilitar la intubación endotraqueal en anestesia general y en urgencias extra o intrahospitalarias	A las dosis adecuadas (2 x DE95) monitorizando y respetando el tiempo de acción
Se recomienda el uso de BNM para disminuir los incidentes y acontecimientos adversos de la intubación	Traumatismos laríngeos, faríngeos y dentarios así como el dolor de garganta postoperatorio
Se recomienda la utilización de BNMND de duración de acción intermedia	Succinilcolina podría ser una opción en procedimientos breves pero teniendo en cuenta el perfil de seguridad farmacológico
No deben utilizarse BNM en pacientes alérgicos a los mismos.	Puede intubarse sin utilizar BNM, induciendo un mayor grado de hipnosis y/o analgesia
Para dosis de cebado, utilizar un 10% de 2x DE95	Dosis superiores pueden producir un cierto grado de bloqueo
Uso de BNM para intubación potencialmente difícil	
Se recomienda mantener la ventilación espontánea	Intentar la intubación con paciente despierto o con sedación y fibrobroncoscopio u otros dispositivos
Se recomienda utilizar BNM sólo si se verifica la posibilidad de ventilar al menos con mascarilla facial	En tal caso utilizar un BNM de acción corta (succinilcolina)
Intubación mediante ISR	
Se recomienda utilizar BNM para la intubación mediante ISR	No hay evidencia de prevención de la aspiración broncopulmonar.
Se recomienda la utilización de BNM de inicio rápido, succinilcolina o rocuronio	Succinilcolina 1 mg.Kg ⁻¹ y rocuronio 0,6 mg.Kg ⁻¹
Para la inducción en pacientes con estómago lleno se recomienda la técnica de la ISR y succinilcolina o rocuronio	Succinilcolina 1 mg.Kg ⁻¹ o rocuronio 0,6 mg.Kg ⁻¹ (con propofol como inductor) o rocuronio de 0,9 a 1,2 mg.Kg ⁻¹ (con tiopental como inductor)
Mascarilla laríngea	
No se recomiendan BNM en la colocación convencional .Se recomienda en la intubación endotraqueal a través de la mascarilla laríngea	
Intubación endotraqueal en el paciente en situación crítica	
Utilizar BNM de duración de acción corta o intermedia: succinilcolina o rocuronio	No utilizar succinilcolina en caso de pacientes susceptibles a la hiperpotasemia y a las arritmias inducidas
BNM continuo en pacientes en situación crítica	
Se recomienda el empleo de BNM de forma continua, si se precisan, para: adaptación de la ventilación mecánica, tratamiento de la hipertensión intracraneal, tratamiento de la hipertonía muscular y disminución del consumo de oxígeno	El uso de BNMND debe ser siempre la última opción terapéutica
Pueden utilizarse tanto cisatracurio como rocuronio	Administrar siguiendo un protocolo y monitorizando (aceleromiografía), valorar la situación clínica del paciente

Tabla IV: Recomendaciones del comité de expertos de la SEDAR en cuanto a la monitorización del bloqueo neuromuscular.

Recomendaciones	Comentarios
Se recomienda la monitorización cuantitativa	La monitorización cuantitativa disminuye la incidencia del bloqueo residual
Se recomienda monitorizar preferiblemente por acelerometría de forma rutinaria siempre que se utilice un BNM	Es el método de monitorización cuantitativa más sencillo.
Se recomienda utilizar el TOF como patrón de estímulo	Durante las fases de bloqueo profundo, sin respuesta al TOF, utilizar el PTC
Se recomienda monitorizar todos los pacientes sometidos a BNM, como mínimo con evaluación táctil y visual	Preferible con TOF o DBS
Se recomienda iniciar la monitorización antes de la administración del BNM	Permite tener una referencia de la fuerza de contracción
Se recomienda la monitorización para valorar el momento de la intubación	Monitorizar el nervio cubital junto con el aductor del pulgar o el facial valorando las respuestas del músculo corrugador superciliar o el orbicular del ojo

Tabla V: Recomendaciones del comité de expertos de la SEDAR en cuanto al manejo del bloqueo residual y a la reversión del bloqueo neuromuscular.

Recomendaciones	Comentarios
Se recomienda prevenir o evitar el bloqueo neuromuscular residual	Es un factor de riesgo para complicaciones post operatorias cuando se ha utilizado BNM
Considerar que ya no existe parálisis residual a partir de TOFr >0,9	El indicador (patrón de referencia) de recuperación de la función muscular.
Se recomiendan la monitorización cuantitativa para la detección de bloqueo residual (acelerometría)	Los test clínicos no son suficientemente sensibles.
Se recomienda no utilizar BNMs de larga duración	
Se recomienda revertir farmacológicamente el bloqueo de forma rutinaria	Neostigmina 40-50 µg/kg + atropina 15-20 µg/kg
Se debe iniciar la reversión farmacológica a partir de un mínimo de 2 respuestas TOF	

Anexo I: Grados de Evidencia y Recomendaciones

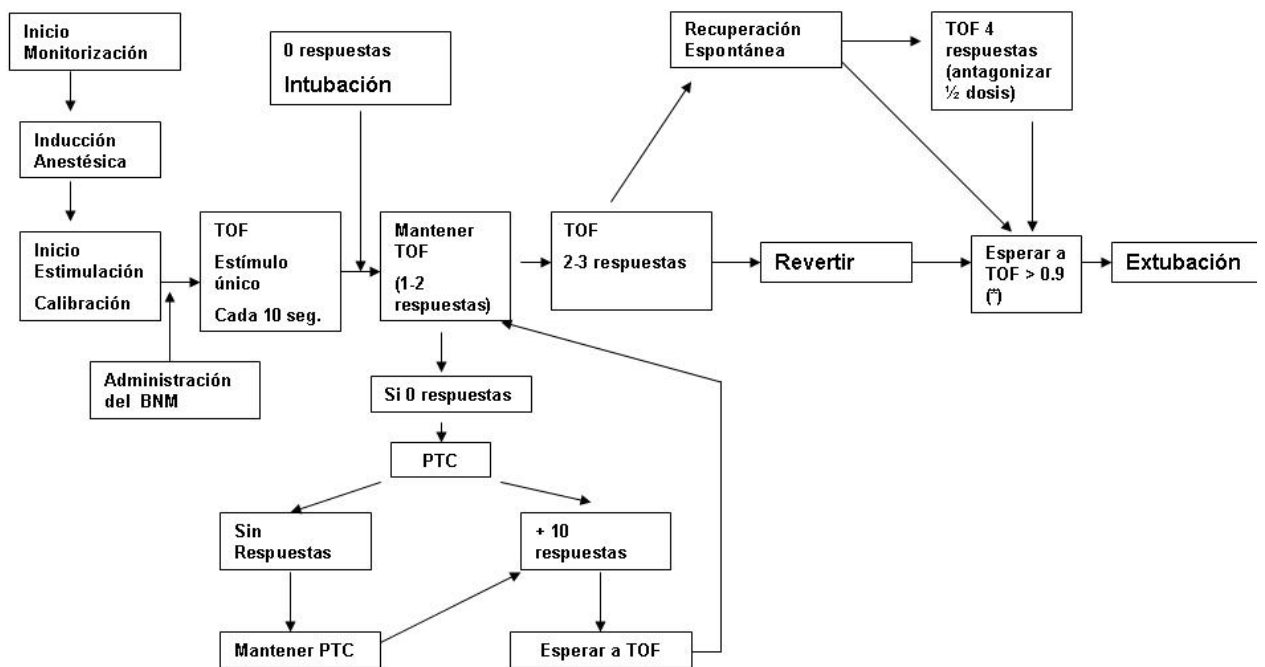
Se ha utilizado el sistema del “Centre for Evidence-Based Medicine” (CEBM) de Oxford, en la que se tiene en cuenta no sólo las intervenciones terapéuticas y preventivas, sino también aquéllas ligadas al diagnóstico, pronóstico, factores de riesgo y evaluación económica. Está disponible en www.cebm.net/levels_of_evidence.asp y se mantiene permanentemente actualizada (última revisión: mayo 2001).

Grado de Recomendación	Nivel de evidencia	Significado	Tipos de estudios
A	Estudios de nivel 1.	Extremadamente recomendable.	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad, o con intervalo de confianza estrecho.
B	Estudios de nivel 2-3, o extrapolación de estudios de nivel 1.	Recomendación favorable.	“Outcomes research”, estudios ecológicos. revisión sistemática de estudios caso-control, con homogeneidad.
C	Estudios de nivel 4, o extrapolación de estudios de nivel 2-3.	Recomendación favorable, pero no concluyente.	Serie de casos o estudios de cohortes y caso-control de baja calidad.
D	Estudios de nivel 5, o estudios no concluyentes de cualquier nivel.	No se recomienda ni se desaprueba.	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, o basados en la fisiología, “bench research” o “first principles”.

Pie de Figuras:

Figura 1: Algoritmo de empleo de la monitorización del bloqueo neuromuscular.

Figura 2: Algoritmo de manejo del bloqueo neuromuscular residual.



(*) Si sólo se dispone un neuroestimulador, esperar a tener ambas respuestas en el DBS iguales

