



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Anestesiologia
www.sba.com.br



ARTIGO DIVERSO

Bloqueio neuromuscular profundo *versus* moderado durante a ventilação monopulmonar em cirurgia de ressecção pulmonar



Javier Casanova*, Patricia Piñeiro, Francisco De La Gala, Luis Olmedilla, Patricia Cruz, Patricia Duque e Ignacio Garutti

Hospital Gregorio Marañón, Madrid, Espanha

Recebido em 27 de outubro de 2015; aceito em 1 de dezembro de 2015

Disponível na Internet em 27 de fevereiro de 2017

PALAVRAS-CHAVE

Bloqueio neuromuscular;
Ventilação seletiva;
Cirurgia de ressecção pulmonar

Resumo

Justificativa e objetivos: Os relaxantes neuromusculares são essenciais durante a anestesia geral para vários procedimentos. A literatura clássica de anestesiologia indica que o uso de bloqueio neuromuscular em cirurgia torácica pode ser prejudicial em pacientes posicionados em decúbito lateral com ventilação seletiva. O objetivo primário deste estudo foi comparar a função respiratória de acordo com o grau de relaxamento neuromuscular do paciente. O objetivo secundário foi verificar que o bloqueio neuromuscular durante a ventilação seletiva não é prejudicial.

Métodos: Estudo observacional, prospectivo e longitudinal no qual cada paciente serviu como próprio controle. Foram incluídos 76 pacientes consecutivos, agendados para cirurgia de ressecção do pulmão no Hospital Gregorio Marañón ao longo de 2013, submetidos à ventilação seletiva em decúbito lateral. Os dados do ventilador e os parâmetros hemodinâmicos foram registrados em diferentes momentos de acordo com a resposta por sequência de quatro estímulos (bloqueio intenso, profundo e moderado) durante a ventilação seletiva.

Resultados: As pressões de pico, platô e média foram significativamente menores durante os bloqueios intenso e profundo. Além disso, complacência e saturação periférica de oxigênio foram significativamente maiores nesses momentos. A frequência cardíaca foi significativamente maior durante o bloqueio profundo. Não houve alteração dos parâmetros da ventilação mecânica durante as mensurações.

* Autor para correspondência.

E-mail: kassss1@yahoo.es (J. Casanova).

Conclusões: O bloqueio neuromuscular profundo atenua a mecânica pulmonar deficiente observada durante a ventilação seletiva.

© 2016 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Neuromuscular block;
One-lung ventilation;
Lung resection
surgery

Deep versus moderate neuromuscular block during one-lung ventilation in lung resection surgery

Abstract

Background and objectives: Neuromuscular relaxants are essential during general anesthesia for several procedures. Classical anesthesiology literature indicates that the use of neuromuscular blockade in thoracic surgery may be deleterious in patients in lateral decubitus position in one-lung ventilation. The primary objective of our study was to compare respiratory function according to the degree of patient neuromuscular relaxation. Secondary, we wanted to check that neuromuscular blockade during one-lung ventilation is not deleterious.

Methods: A prospective, longitudinal observational study was made in which each patient served as both treated subject and control. 76 consecutive patients programmed for lung resection surgery in Gregorio Marañon Hospital along the year of 2013 who required one-lung ventilation in lateral decubitus were included. Ventilator data, hemodynamic parameters were registered in different moments according to train-of-four response (intense, deep and moderate blockade) during one-lung ventilation.

Results: Peak, plateau and mean pressures were significantly lower during the intense and deep blockade. Besides, compliance and peripheral oxygen saturation were significantly higher in those moments. Heart rate was significantly higher during deep blockade. No mechanical ventilation parameters were modified during measurements.

Conclusions: Deep neuromuscular blockade attenuates the poor lung mechanics observed during one-lung ventilation.

© 2016 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Em geral, o uso de relaxante neuromuscular (RNM) durante cirurgia que requer anestesia geral é justificado pela necessidade de induzir paralisia muscular total para evitar os movimentos indesejáveis feitos pelo paciente, que podem representar perigo para o manejo correto da cirurgia, e para garantir as condições ideais para a intubação endotraqueal.

A anestesia em cirurgia de ressecção pulmonar requer o uso de RNM para evitar a movimentação do diafragma ou o reflexo de tosse que podem causar situações potencialmente perigosas, especialmente quando o cirurgião manipula estruturas pulmonares vitais, como brônquios, vasos e nervos. Por outro lado, o posicionamento correto do tubo de duplo lúmen deve ser verificado mediante a introdução de fibroscópio em cada lúmen e isso também pode causar movimentos inesperados do paciente, inclusive tosse. A aspiração de secreções (uma prática comum nesses pacientes) também pode dar origem a movimentos indesejados do paciente. A rotina da manobra de recrutamento pulmonar em cirurgias desse tipo requer o uso de RNM para facilitar a abertura das regiões pulmonares colapsadas.

No entanto, a literatura clássica de anestesiologia indica que o uso de RNM nesse tipo de cirurgia pode ser

prejudicial em pacientes posicionados em decúbito lateral e com o pulmão superior isolado de ventilação, pois a paralisia da metade inferior do diafragma faz com que os órgãos abdominais exerçam uma pressão maior sobre o pulmão dependente, o que reduz a complacência pulmonar e aumenta a pressão das vias aéreas.¹ Isso, por sua vez, piora ainda mais a mecânica pulmonar durante esse período delicado de ventilação seletiva (VS).² Embora haja pouquíssima informação sobre o efeito clínico de RNM em cirurgia torácica, há mais dados disponíveis sobre o uso desses medicamentos em situações de baixa complacência e altas pressões das vias aéreas, como na síndrome da angústia respiratória aguda³ ou laparoscopia.⁴ Melhoria da troca gasosa, da pressão das vias aéreas e da complacência pulmonar foi observada em pacientes que receberam RNM durante a ventilação mecânica em unidades de tratamento intensivo.

Nossa hipótese foi que a falta de tônus muscular (diafragma e músculos da parede torácica) induzida por RNM faria com que a mistura de gás fornecida pelo ventilador mecânico facilitasse a ventilação durante a VS e melhorasse a complacência torácica e/ou reduzisse as pressões das vias aéreas.

O objetivo primário deste estudo foi comparar a função respiratória (pressão das vias aéreas e complacência do

pulmão estático), de acordo com o grau de relaxamento neuromuscular do paciente.

Métodos

Estudo prospectivo observacional e longitudinal, no qual cada paciente serviu como próprio controle. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Geral da Universidade Gregorio Marañón (Rua Doutor Esquerdo 46, Madrid, Espanha) (CEIC 377/13) em janeiro de 2013. Os pacientes foram incluídos no protocolo após assinar o termo de consentimento informado correspondente.

O protocolo contemplou a inclusão consecutiva em 2013 de todos os pacientes ($n=76$) agendados para cirurgia de ressecção pulmonar por meio de toracotomia ou videotoracoscopia e que precisaram de VS em decúbito lateral com ventilação apenas do pulmão dependente (na parte inferior). Os pacientes que apresentaram qualquer das seguintes condições foram excluídos:

doença cardíaca grave com risco de complacência miocárdica alterada (fração de ejeção ventricular esquerda < 50%, alteração da função diastólica);

alergia ou contraindicação para o uso de rocurônio ou sugamadex;

doença neuromuscular prévia; índice de massa corporal > 30 kg.m⁻².

Protocolo anestésico

O monitoramento inicial compreendeu ECG, saturação periférica de oxigênio (SpO₂) via oxímetro de pulso, pressão arterial não invasiva e índice bispectral (monitor BIS[®], Covidien, Minneapolis, EUA).

Posteriormente, a indução foi feita com fentanil (3-5 µg.kg⁻¹), propofol (2-3 mg.kg⁻¹) e brometo de rocurônio (0,6 mg.kg⁻¹) (MSD, Oss, Holanda).

Após obter as condições ideais, a intubação traqueobrônquica foi feita com a inserção de um tubo de duplo lúmen (n^o 35-37 e 39-41 em mulheres e homens, respectivamente). O posicionamento correto foi verificado mediante exame clínico e fibrobroncoscopia. O paciente foi então conectado a um ventilador Primus[®] (Dräger, Lübeck, Alemanha) para ventilação mecânica controlada por volume. Durante a ventilação pulmonar (dois pulmões), o volume corrente (Vt) foi de 8 mL.kg⁻¹, com frequência respiratória de 12 rpm, razão I/E de 1:2 e PEEP de 5 mmHg. Durante a ventilação seletiva (VS), o volume corrente (VC) foi reduzido para 6 mL.kg⁻¹, enquanto os outros parâmetros permaneceram iguais aos da ventilação pulmonar. Uma FiO₂ que permitisse SpO₂ > 90% foi usada.

Um cateter de artéria radial foi colocado e um monitor Flo-trac Vigileo[®] (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, EUA) foi usado para obter dados sobre a variação de volume sistólico (VVS), índice cardíaco (IC) e índice de volume sistólico (IVS), entre outros parâmetros. Por último, o paciente foi colocado em decúbito lateral e o bloqueio paravertebral ipsilateral ao lado operado foi feito (geralmente no nível de T5-T6).

A anestesia foi mantida com sevoflurano (AbbVie, North Chicago, IL, EUA) em concentração de 1-2%, conforme necessário para garantir a profundidade adequada da anes-

tesia determinada por BIS 40-60% e manter os parâmetros hemodinâmicos dentro dos limites normais. A analgesia foi administrada com perfusão contínua de bupivacaína a 0,5% (0,15 mL.kg⁻¹.h⁻¹) via cateter epidural, com *bolus* de fentanil (100 µg.kg⁻¹), caso o paciente apresentasse qualquer evidência clínica de analgesia insuficiente.

Fluidoterapia com soluções cristaloides (2 mL.kg⁻¹.h⁻¹) foi fornecida durante a operação, sem reposição do jejum. Em caso de pressão arterial média <60 mmHg, um único *bolus* de coloides (250 mL) foi administrado. Caso a hipotensão persistisse, fármacos vasoativos (efedrina ou fenilefrina) seriam administrados por via intravenosa.

Protocolo de relaxamento neuromuscular

Após a indução da anestesia, mas antes da administração de rocurônio, monitoramos a função de placa motora com um neuroestimulador aceleromiográfico TOF-Watch SX[®] (MSD, Oss, Holanda), fixado ao pulso contralateral do lado cirúrgico, para registrar a atividade do adutor do polegar. A calibração inicial foi feita antes de administrar o bloqueador neuromuscular para obter um valor em T1/T4 o mais próximo possível de 100% e, assim, evitar distorções na avaliação de respostas futuras. A depender dos dados obtidos com esse monitor durante a manutenção da anestesia, o bloqueio neuromuscular (BNM) foi classificado em quatro categorias, de acordo com o número de respostas depois da sequência de quatro estímulos (TOF) e o número de respostas após a aplicação de uma corrente tetânica (contagem pós-tetânica - CPT).

Intenso: TOF = 0 e CPT = 0;

BNM profundo (BNMp): TOF = 0 e CPT = 1;

BNM moderado (BNMm): TOF = 0-3 respostas;

Recuperação: TOF = 4 com T1/T4 > 90%.

Após posicionar o paciente em decúbito lateral, os dados correspondentes ao seu estado basal foram registrados. Os mesmos dados foram novamente coletados quando a VS foi iniciada (PRE). Mais de 30 minutos (min) após o início da VS, determinamos se o BNM era moderado ou profundo. Quando o paciente apresentou BNM moderado, uma dose de rocurônio (0,3 mg.kg⁻¹) foi administrada para induzir BNM profundo, conforme registrado pela monitoração contínua com o neuroestimulador. Após atingir esse grau de relaxamento neuromuscular, registramos os dados ventilatórios e hemodinâmicos a cada 5 min até o aparecimento da segunda resposta da CPT. Especificamente, coletamos os dados obtidos após 5 e 15 min (POS 1 e POS 2) e calculamos a média das duas mensurações. Durante as três mensurações feitas sob VS, nenhum dos parâmetros de ventilação mecânica foi modificado.

Os seguintes dados de ventilação mecânica foram registrados: pressões das vias aéreas (pico, platô, média e PEEP), complacência pulmonar estática e oxímetro de pulso. Além disso, registramos os seguintes parâmetros hemodinâmicos em cada um dos intervalos de tempo mencionados: frequência cardíaca (FC), pressão arterial média (PAM), variação de volume sistólico (VVS), índice cardíaco (IC) e o índice de volume sistólico (IVS).

Todas as mensurações foram feitas durante pelo menos 30 segundos, sem manejo cirúrgico das estruturas intratorácicas.

Tabela 1 Variáveis demográficas e testes de função respiratória

	n	Média ± DP
Peso	76	74 ± 15
Altura	76	165 ± 8
Idade	76	62,3 ± 15
FEV1 pred	76	94 ± 22
FVC pred	76	102 ± 18
FEV1	76	2.356 ± 712
FVC	76	3.213 ± 804

O peso foi expresso em kg, a altura em cm e a idade em anos. FEV1 e FVC foram expressos em mL.

No fim da cirurgia, e após a lavagem da ferida cirúrgica e aplicação de curativos, os pacientes foram transferidos para a enfermaria. A hipnose foi mantida para garantir um BIS < 60% antes da administração de sugamadex. Em posição supina e após obter as informações fornecidas pela TOF-Watch SX[®], rocurônio foi revertido com a administração de uma dose de 4 mg.kg⁻¹ de sugamadex nos casos de BNMp e 2 mg.kg⁻¹ nos casos de BNMm. Os tempos transcorridos desde a administração de sugamadex até TOF > 90% e desde o fechamento da cavidade torácica até a extubação foram registrados.

Análise estatística

Usamos o teste *t* de Student de amostras pareadas para comparar as diferenças nas variáveis quantitativas entre os grupos – valores registrados durante o BNM após a administração do relaxante neuromuscular, calculados como média dos números registrados obtidos. A significância estatística foi considerada em *p* < 0,05. As comparações entre os pacientes com BNM profundo e moderado no fim da operação foram feitas com o teste *U* de Mann-Whitney para as amostras com distribuição anormal. O programa estatístico SPSS versão 17 (SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc.) foi usado durante as análises.

Resultados

A [tabela 1](#) descreve as características demográficas dos pacientes. A [tabela 2](#) mostra a evolução dos parâmetros hemodinâmicos durante o BNM profundo ou intenso comparativamente aos valores obtidos durante o BNM moderado. Houve um aumento significativo da FC e uma diminuição significativa de VVS e IVS.

Todos os pacientes apresentaram um aumento da pressão das vias aéreas e uma redução da complacência quando a VS foi iniciada, juntamente com queda da SpO₂ ([tabela 3](#)).

Quanto ao efeito de uma dose de 0,3 mg.kg⁻¹ de rocurônio sobre a mecânica respiratória, observamos que os valores médios de P_{pico} e P_{platô} diminuíram significativamente (de 25,9 ± 5 para 24,8 ± 5 cmH₂O e de 23,8 ± 4 para 20,4 ± 5 cmH₂O, respectivamente) durante a progressão do BNM de moderado a profundo. Ao contrário, a média da complacência pulmonar aumentou em 2 ± 3 mL.cmH₂O⁻¹ (POS 1) e em 5,1 ± 3 mL.cmH₂O⁻¹ (POS 2) após a administração

de 0,3 mg.kg⁻¹ de rocurônio *bolus* ([tabela 3](#)) e, de forma semelhante, observamos aumento da SpO₂.

Todos os pacientes foram extubados na sala de operação ([tabela 4](#)). No momento do fechamento da ferida cirúrgica, nenhum paciente apresentou TOF > 90%. Além disso, 10 pacientes (13,2%) apresentaram BNM profundo no fim da operação. Após a administração de sugamadex, todos os pacientes apresentaram TOF > 90% em pouco mais de dois minutos e meio, em média. Os tempos transcorridos desde a administração de sugamadex até o registro de TOF > 90% e desde a sutura da pele até a extubação e os valores TOF no momento da extubação foram semelhantes entre os pacientes com e sem BNM profundo no fim da cirurgia ([tabela 4](#)).

Discussão

O BNM profundo durante cirurgia torácica que envolve períodos de VS não afeta negativamente a ventilação mecânica. Na verdade, pode até produzir ligeira melhoria expressa como diminuição da pressão das vias aéreas e melhor complacência pulmonar.

Classicamente, o uso de relaxantes neuromusculares durante VS foi considerado de risco e até relativamente prejudicial. Com o paciente posicionado em decúbito lateral e com o pulmão na parte inferior como o pulmão dependente, o efeito compressivo dos órgãos abdominais sobre o diafragma flácido causa um aumento da pressão intratorácica, o que complica a ventilação desse pulmão.¹ Em um estudo experimental, Bregeon et al. compararam os efeitos pulmonares em animais com pulmões saudáveis submetidos à ventilação mecânica, de acordo com a administração ou não de BNM. Os autores relataram menor complacência pulmonar e maior resposta inflamatória nos animais submetidos ao BNM e concluíram que a eliminação da atividade do diafragma pode ser responsável pelos efeitos descritos.⁵ Em 2010, Xiang et al. não relataram benefícios em termos de complacência ou das condições técnicas cirúrgicas subjetivas entre as 40 pacientes submetidas à cirurgia laparoscópica ginecológica quando administraram rocurônio em perfusão contínua ou como *bolus* simples para indução da anestesia. No entanto, no grupo que recebeu indução com dose única, o tempo cirúrgico foi significativamente menor – um fato que poderia alterar os resultados obtidos.⁴ Resultados semelhantes foram publicados por Paeck et al. quando compararam dois grupos de pacientes submetidas à cirurgia laparoscópica pélvica e mantidas com propofol e remifentanil (um grupo) e adição de rocurônio (outro grupo). Os autores não observaram diferenças significativas nos parâmetros hemodinâmicos ou dados respiratórios, como pressão de pico ou CO₂ no fim da expiração.⁶ No entanto, nossos resultados, além de não revelar agravamento das pressões de pico e platô e da complacência pulmonar nos pacientes submetidos à VS sob BNM profundo, também sugerem ligeira melhoria desses parâmetros em tais pacientes. Isso permitiu o uso de pressões mais baixas das vias aéreas para manter uma ventilação protetora adequada, com o benefício que isso traz para o paciente.⁷ De acordo com nossa pesquisa, este é o primeiro estudo que compara os efeitos de BNMp e BNMm sobre a mecânica ventilatória durante VS em cirurgia torácica.

Tabela 2 Valores hemodinâmicos

	<i>n</i>	Basal Média ± DP	PR Média ± DP	POS 1 Média ± DP	POS 2 Média ± DP	Média de duas medidas Média ± DP
FC	76	73 ± 14	77 ± 15	80 ± 14 ^a	79 ± 14 ^a	80 ± 15 ^a
PAM	76	78 ± 15	78 ± 15	76 ± 14	79 ± 13	77 ± 13
IC	76	2,55 ± 0,5	2,89 ± 0,6	2,79 ± 0,5	2,84 ± 0,6	2,8 ± 0,5
VVS	76	11,9 ± 3,8	10,3 ± 5,3	9,5 ± 3,9	9,6 ± 6	9,5 ± 5 ^a
IVS	76	38 ± 11	38 ± 9	37 ± 7	37 ± 8	35 ± 7 ^a
BIS	76	47 ± 8	43 ± 8	43 ± 8	42 ± 7	42 ± 7 ^a

FC expressa em batimentos por minuto. PAM expressa em mmHg. IC expresso em litros por minuto por metro quadrado de superfície corporal. VVS expressa em porcentagem. IVS expresso em mL por minuto por metro quadrado de superfície corporal.

^a $p < 0,05$ em comparação com os valores PRE.

Tabela 3 Parâmetros respiratórios e gasométricos

	<i>n</i>	Basal Média ± DP	PRE Média ± DP	POS 1 Média ± DP	POS 2 Média ± DP	Média de duas medidas Média ± DP
P _{pico}	76	19,8 ± 3	25,9 ± 5	24,8 ± 5 ^a	23,8 ± 4 ^a	24,6 ± 5 ^a
P _{platô}	76	17,4 ± 4	21,6 ± 5	20,7 ± 5 ^a	19,6 ± 4 ^a	20,6 ± 5 ^a
P _{média}	76	8,5 ± 1	10,4 ± 2	10,2 ± 2 ^a	10,2 ± 2	10,2 ± 2 ^a
PEEP	76	4,8 ± 1	5,5 ± 1	5,5 ± 1	5,6 ± 1	5,5 ± 1
Complacência	76	45,9 ± 11	32,1 ± 11	34,1 ± 11 ^a	37,2 ± 14 ^a	34,2 ± 11 ^a
SpO ₂	76	99,1 ± 1	94,2 ± 3,1	96,0 ± 3	96,1 ± 2,7 ^a	96,21 ± 3 ^a
CO ₂ final da expiração	76	36 ± 5	36 ± 5	36 ± 5	37 ± 5	36,26 ± 5

Pressões (pico, platô, média e PEEP) medidas em cmH₂O. Complacência em mL.cmH₂O⁻¹.

^a $p < 0,05$ em comparação com os valores PRE.

Tabela 4 Dose de sugamadex e tempos

	<i>n</i>	Todos Média ± DP	BNMm Média ± DP	BNMd Média ± DP
Tempo de sugamadex-TOF 90 (s)	76	160 ± 64	158 ± 66	163 ± 38
Tempo de fechamento-extubação (min)	76	15,3 ± 7,5	15,1 ± 8	18,2 ± 8
TOF extubação %	76	99 ± 10	99,6 ± 11	97,5 ± 5

Doses de sugamadex e rocurônio expressas em mg. Tempo expresso em segundos.

Por outro lado, diferenças significativas foram observadas na comparação entre os valores médios da frequência cardíaca PRE e POS. Houve aumento da frequência cardíaca após o bloqueio profundo, possivelmente devido à dor que pode ter sido causada pela infusão do fármaco bloqueador.

Por outro lado, uma diminuição significativa de VVS e IVS foi observada ao comparar esses dois momentos, o que pode ser explicado por um aumento do retorno venoso. A diminuição das pressões ventilatórias após o BNM profundo poderia favorecer o retorno venoso intratorácico nesses momentos e, portanto, reduzir a variabilidade do volume sistólico.

Ventilação seletiva e BNM são aconselháveis em cirurgia torácica, mais especificamente em cirurgia de ressecção pulmonar. Durante a VS, o uso de BNM facilitaria a ventilação protetora, enquanto a sua não feita poderia aumentar o risco de complicações respiratórias relacionadas à lesão pulmonar aguda devido ao dano que altas pressões das vias aéreas podem causar ao pulmão ventilado.^{8,9}

Um dos cenários nos quais a influência do BNM sobre a mecânica respiratória foi mais amplamente investigada é aquele de pacientes internados em unidades de tratamento intensivo devido à síndrome da angústia respiratória aguda (SARA). Os RNMs em sua maioria mostraram facilitar a ventilação mecânica e diminuir o consumo de oxigênio nesses pacientes, podem até melhorar a oxigenação arterial. Contudo, seu uso rotineiro tem riscos (neuropatia em paciente crítico) que podem superar os benefícios pulmonares obtidos.¹⁰ Atualmente, essa controvérsia tem aconselhado o BNM nas primeiras 48 h de ventilação mecânica e em situações concretas e limitadas – evita-se o uso indiscriminado durante dias seguidos.

Forel et al. relataram uma resposta inflamatória menor em pacientes ventilados submetidos a BNM do que naqueles que não receberam relaxante neuromuscular.¹¹ O BNM, portanto, também pode ser considerado nesse tipo de cirurgia, na qual a resposta pró-inflamatória pulmonar no período perioperatório está associada ao desenvolvimento de lesão

pulmonar aguda, com piora do prognóstico dos pacientes no período pós-operatório.

Classicamente, há preocupação entre os anesthesiologistas sobre o BNM residual (BNMr) após a extubação e no período pós-operatório imediato. A incidência de BNMr varia de 2% a 64%, a depender da fonte da literatura médica,¹² embora em todos os casos a recuperação do paciente seja prejudicada, com um aumento do número de complicações.¹³ Sugamadex, uma ciclodextrina modificada, liga-se ao rocurônio e vecurônio e facilita a sua eliminação. Comparado com o uso de neostigmina, sugamadex atenua a frequência de BNMr no fim da operação.¹⁴

Limitações

O grau de relaxamento neuromuscular não é o mesmo em todos os músculos e, no presente estudo, monitoramos o relaxamento no adutor do dedo polegar, e não nos músculos da caixa torácica (inclusive o diafragma). A contração do adutor do polegar tem sido considerada como o padrão-ouro em monitoramento neuromuscular,¹⁵ embora saibamos que quando esse músculo está totalmente paralisado o diafragma e outros músculos da parede abdominal podem ter se recuperado do BNM.¹⁶ De fato, o diafragma é um dos músculos mais resistentes aos relaxantes musculares, tanto despolarizantes quanto não despolarizantes. Em geral, o diafragma requer uma dose entre 1,4 e 2 vezes superior àquela necessária para bloquear o adutor do dedo polegar.¹⁷ Tudo isso poderia explicar por que alguma atividade do músculo diafragma pode ser observada apesar de um BNM adequado, conforme verificado no pulso do paciente.¹⁸

Além disso, a vasoconstrição pulmonar hipóxica pode alterar a SpO₂, mas nós levamos em consideração as alterações mais significativas da complacência e das pressões das vias aéreas e não as alterações isoladas da SpO₂.

Conclusão

O BNM profundo atenua a mecânica pulmonar prejudicada observada durante a VS graças à indução de melhoria da complacência pulmonar e menos pressões das vias respiratórias. O BNM profundo, portanto, pode ser considerado como uma ferramenta simples que favorece o uso de uma ventilação protetora sem comprometer a extubação precoce e a segurança do paciente, graças à reversão do BNM com uma dose adequada sugamadex no fim da operação.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Ao Departamento de Cirurgia Torácica, sem o qual este trabalho não teria sido possível.

Referências

1. Putensen C, Leon MA, Putensen-Himmer G. Effect of neuromuscular blockade on the elastic properties of the lungs, thorax, and total respiratory system in anesthetized pigs. *Crit Care Med*. 1994;22:1976–80.
2. Ahn HJ, Kim JA, Yang M, et al. Comparison between conventional and protective one-lung ventilation for ventilator-assisted thoracic surgery. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40:780–8.
3. Alhazzani W, Alshahrani M, Jaeschke R, et al. Neuromuscular blocking agents in acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 2013;17:R43.
4. Xiang MF, Hu DH, Liao JH, et al. Comparison of single intubating dose and continuous infusion of rocuronium in prolonged gynecologic laparoscopic surgery. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2010;30:2512–5.
5. Bregeon F, Delpierre S, Roch A, et al. Persistence of diaphragmatic contraction influences the pulmonary inflammatory response to mechanical ventilation. *Respir Physiol Neurobiol*. 2004;142:185–95.
6. Paek CM, Yi JW, Lee BJ, et al. No supplemental muscle relaxants are required during propofol and remifentanyl total intravenous anesthesia for laparoscopic pelvic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2009;19:33–7.
7. Coursin DB, Prielipp RC. Use of neuromuscular blocking drugs in the critically ill patient. *Crit Care Clin*. 1995;11:957–81.
8. Hayes JP, Williams EA, Goldstraw P, et al. Lung injury in patients following thoracotomy. *Thorax*. 1995;50:990–1.
9. Waller DA, Gebitekin C, Saunders NR, et al. Noncardiogenic pulmonary edema complicating lung resection. *Ann Thorac Surg*. 1993;55:140–3.
10. Raps EC, Bird SJ, Hansen-Flaschen J. Prolonged muscle weakness after neuromuscular blockade in the intensive care unit. *Crit Care Clin*. 1994;10:799–813.
11. Forel P. State policy in the matter of drugs: the point of view of a generalist. *Rev Med Suisse*. 2008;4:2421.
12. Murphy GS, Brull SJ. Residual neuromuscular block: lessons unlearned. Part I: definitions, incidence, and adverse physiologic effects of residual neuromuscular block. *Anesth Analg*. 2010;111:120–8.
13. Fuchs-Buder T, Claudius C, Skovgaard LT, et al. Good clinical research practice in pharmacodynamic studies of neuromuscular blocking agents. II: the Stockholm revision. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2007;51:789–808.
14. Otomo S, Sasakawa T, Kunisawa T, et al. Characteristics and effectiveness of sugammadex. *Masui*. 2013;62:27–37.
15. Hemmerling TM, Le N. Brief review: neuromuscular monitoring: an update for the clinician. *Can J Anaesth*. 2007;54:58–72.
16. Fuchs-Buder T, Schreiber JU, Meistelman C. Monitoring neuromuscular block: an update. *Anaesthesia*. 2009;64 Suppl. 1: 82–9.
17. Donati F, Antzaka C, Bevan DR. Potency of pancuronium at the diaphragm and the adductor pollicis muscle in humans. *Anesthesiology*. 1986;65:1–5.
18. Dhonneur G, Kirov K, Motamed C, et al. Post-tetanic count at adductor pollicis is a better indicator of early diaphragmatic recovery than train-of-four count at corrugator supercilii. *Br J Anaesth*. 2007;99:376–9.