

ESTUDO CLÍNICO

Bloqueio neuromuscular residual e bloqueio neuromuscular tardio na sala de recuperação pós-anestésica: estudo de coorte prospectivo

Pedro Marcos Silva e Gonçalves  ^{a,*}, Alexandra de Vasconcelos Vieira^b,
Claudia Helena Ribeiro da Silva^b, Renato Santiago Gomez^a

^a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia, Belo Horizonte, MG, Brasil

^b Hospital Unimed BH - Unidade Contorno, Serviço de Anestesiologia, Belo Horizonte, MG, Brasil

Recebido em 1 de outubro de 2020; aceito em 18 de outubro de 2020

PALAVRAS-CHAVE

Bloqueadores neuromusculares;
Anestesia geral;
Monitoração neuromuscular;
Neostigmina;
Sala de recuperação;
Complicações pós-operatórias

Resumo

Justificativa e objetivos: A utilização dos bloqueadores neuromusculares na prática cirúrgica representou um marco para a anestesiologia. Entretanto, o uso desses fármacos pode causar Bloqueio Neuromuscular Residual (BNMr) e a monitorização objetiva da função neuromuscular é fundamental para garantir a recuperação da força. O objetivo desse estudo foi estimar a incidência de BNMr e de Bloqueio Neuromuscular Tardio (BNMt) na Sala de Recuperação Pós-Anestésica (SRPA).

Método: Foram incluídos no estudo oitenta e cinco pacientes, sendo que em 43 administraram cisatracúrio e em 42, rocurônio. A avaliação da intensidade do Bloqueio Neuromuscular (BNM) foi realizada pela Sequência de Quatro Estímulos (SQE), ou *Train Of Four* (TOF). A reversão do BNM foi realizada com a administração da neostigmina e atropina. Considerou-se portador de BNMr o paciente que apresentou valor do TOF inferior a 90% na SRPA.

Resultados: O BNMr na SRPA foi diagnosticado em 39,5% dos pacientes que receberam cisatracúrio e em 40,5% dos pacientes que receberam rocurônio ($p = 1,0$). O BNMt na SRPA foi apresentado por 32,6% dos pacientes que receberam cisatracúrio e por 16,7% dos pacientes que receberam rocurônio ($p = 0,131$).

Conclusões: A incidência de BNMr continua expressiva apesar do uso dos bloqueadores neuromusculares de ação intermediária e dos reversores. Não houve diferença estatisticamente significativa na incidência de BNMr ou BNMt nos pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio. A utilização da monitorização objetiva do BNM é eficaz para o diagnóstico de BNMr, bem como para conduzir o seu tratamento.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

DOI se refere ao artigo:

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2020.12.009>

* E-mail: pedro.marco@yaho.com.br (P.M. Gonçalves).

Introdução

A introdução dos bloqueadores neuromusculares na prática cirúrgica facilitou a realização de cirurgias, principalmente envolvendo a cavidade abdominal,¹⁻⁴ mas na década de 1950, constatou-se um aumento da morbidade e da mortalidade após o uso desses medicamentos. Dentre as complicações em decorrência do BNM, destacou-se o Bloqueio Neuromuscular Residual (BNMr) pós-operatório.^{2,5-7} Análises de estudo multicêntrico mostraram que metade dos óbitos associados à anestesia deviam-se à depressão respiratória pós-anestésica.²

A reversão do Bloqueio Neuromuscular (BNM) pode ser obtida com o uso de agentes anticolinesterásicos, como a neostigmina, ou de agente reversor específico, como o sugamadex.^{4,5} Além dos efeitos colaterais muscarínicos, a neostigmina apresenta capacidade limitada de reversão do BNM.^{8,10} Estudos mostram que a administração de agente reversor específico do bloqueador neuromuscular é adequada para a prevenção do BNMr.⁷

A avaliação da presença de BNMr pode ser realizada por métodos clínicos ou com monitores da transmissão neuromuscular de forma objetiva e quantitativa. Os sinais clínicos de ausência de BNMr mostraram resultados falso-negativos quando comparados à estimulação nervosa periférica com métodos objetivos.² Os métodos clínicos não quantificam o grau do BNM, por isso têm sido abandonados e substituídos por métodos instrumentais.^{7,9,11}

Com o emprego da aceleromiografia na monitorização da função neuromuscular desde o ano de 2003, o valor da Sequência de Quatro Estímulos (SQE), ou *Train Of Four* (TOF) $\geq 90\%$ no músculo adutor do polegar foi considerado o padrão-ouro para definir reversão completa do BNM.^{4,5,9,12,13} A monitorização quantitativa e objetiva da função neuromuscular mostrou-se útil na titulação da dose tanto dos bloqueadores neuromusculares, como dos reversores. Entretanto, a utilização desses monitores está longe da ideal, uma vez que estudos mostraram que apenas 10–15% dos anestesiológicos usam frequentemente os monitores da função neuromuscular, e somente 18% referiram que todos os locais de trabalho têm esse monitor.^{11,14} Estudos sobre a incidência do BNMr na SRPA apresentaram resultados de 9% a 47%, com algumas publicações mostrando resultados ainda maiores, indicando que a incidência pode atingir 88–93%.^{3-5,9,15}

O objetivo primário deste estudo foi estimar a incidência de BNMr pós-operatório na admissão à SRPA em pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio durante a anestesia geral balanceada para a realização de colecistectomia videolaparoscópica. Os objetivos secundários foram determinar a frequência do bloqueio neuromuscular tardio (BNMt) e investigar a ocorrência de eventos respiratórios em pacientes na SRPA.

Método

Trata-se de estudo prospectivo observacional. Após a aprovação do protocolo pela Comissão de Ética em Pesquisa (Número do Parecer: 2.280.166 e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE: 71086417.3.0000.5121), aplicação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram recrutados 100 pacientes adultos que seriam submetidos a anestesia geral balanceada para realização de colecistectomia videolaparoscópica. Os critérios de exclusão do estudo foram pacientes com idade inferior a 18 anos e superior a 50 anos, pacientes com estado físico ASA (*American Society of Anesthesiologists*) III ou

superior, pacientes ASA II portadores de comorbidades respiratórias, portadores de doenças neuromusculares, renais ou hepáticas graves, pacientes com Índice de Massa Corporal (IMC) superior a 35 e aqueles sob administração repetida do bloqueador neuromuscular, bem como medicamentos que sabidamente interferem no BNM, tais como os bloqueadores do canal de cálcio, íons inorgânicos (Mg^{++} , Li^{++}), antibióticos aminoglicosídeos e anestésicos inalatórios halogenados, exceto o sevoflurano. Após observação desses critérios, 85 pacientes foram incluídos no estudo para que se administrasse, por via endovenosa, o cisatracúrio ou o rocurônio como bloqueadores neuromusculares de ação intermediária. A escolha entre esses bloqueadores neuromusculares obedeceu a preferência dos anestesiológicos responsáveis pelos procedimentos anestésicos.

Na sala de cirurgia, a monitorização dos pacientes foi realizada com cardiocópio em duas derivações (DII E V5), oximetria de pulso, capnografia contínua em forma de onda, analisador de gases anestésicos, pressão arterial não invasiva automática, termômetro nasofaríngeo, aquecimento corporal com auxílio de lençol ou cobertor e ar térmico forçado convectivo para manter a temperatura nasofaríngea entre 36°C e 37°C. Para a monitorização da função neuromuscular do músculo adutor do polegar foi utilizado o TOF com intensidade de 50 mA. O resultado do TOF, representado como a relação de T4/T1, foi expresso em porcentagem. A técnica de avaliação usada foi a aceleromiografia, com o equipamento modelo TOF-Watch® SX (Organon, Ireland, Limited. Registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA nº 80135010006). A pele foi higienizada com álcool 70%, o sensor do aceleromiógrafo foi colocado sobre a parte ventral distal do polegar e o termômetro do aparelho, posicionado sobre a região tenar da mão esquerda do paciente. Os outros dedos foram firmemente fixados com fita adesiva. O modo CAL (Calibração) foi usado para determinar o limiar supra-máximo e calibrar o transdutor do aceleromiógrafo.

De acordo com protocolo institucional e preferência dos anestesiológicos, 43 pacientes receberam a dose de 0,15 mg.kg⁻¹ de cisatracúrio e 42 pacientes receberam a dose de 0,6 mg.kg⁻¹ de rocurônio. Considerando também o protocolo institucional, o intervalo necessário entre a administração do bloqueador neuromuscular até a intubação orotraqueal foi definido como “tempo ideal do bloqueador neuromuscular”, sendo quatro minutos para o cisatracúrio e três minutos para o rocurônio. De acordo com o valor obtido do TOF após o término da cirurgia, foi realizada a reversão do BNM com a administração endovenosa da neostigmina e atropina. Todos os pacientes com valor de TOF entre 90% e 30% receberam 20 µg.kg⁻¹ de neostigmina e 10 µg.kg⁻¹ de atropina. Já aqueles com valor de TOF < 30% receberam 40 µg.kg⁻¹ de neostigmina e 20 µg.kg⁻¹ de atropina. Somente foi administrada a reversão do BNM após obtenção de, no mínimo, dois estímulos no aparelho do TOF, caracterizando o BNM moderado. O nível do BNM foi definido de acordo com o número de respostas depois da sequência de quatro estímulos (SQE/TOF) e o número de respostas após a aplicação de uma corrente tetânica (Contagem Pós-Tetânica - CPT). Assim, são quatro categorias: BNM intenso (SQE/TOF = 0 e CPT = 0), BNM profundo (SQE/TOF = 0 e CPT ≥ 1), BNM moderado (SQE/TOF = 1 a 3 respostas) e recuperação (SQE/TOF = 4 até a relação de T4/T1 $\geq 90\%$).^{5,16} Após o despertar e a extubação orotraqueal, os pacientes foram transferidos para a SRPA, onde foi realizada a última aferição do valor do TOF. Foi considerado portador de BNMr os pacientes que apresentaram valor do TOF inferior a 90% na SRPA.

Os seguintes parâmetros foram avaliados e registrados no período intraoperatório e pós-operatório imediato na SRPA: idade, estado físico ASA, sexo, peso corporal, altura, IMC, valor da calibração do TOF, nome e dose do bloqueador neuromuscular administrado, valor do TOF após a administração do bloqueador neuromuscular, horário da intubação orotraqueal, duração da cirurgia, valor do TOF após término da cirurgia, nome e dose do reversor do bloqueador neuromuscular (se administrado), eventos e intercorrências no momento da reversão - como a necessidade de tempo adicional após o término da cirurgia para obter duas ou mais respostas no TOF (nível do BNM moderado), a necessidade da administração repetida dos reversores, despertar e extubação orotraqueal prolongados. Para o evento “necessidade de aguardar tempo adicional após o término da cirurgia para obter dois ou mais estímulos no TOF”, considerou-se todo e qualquer período que foi necessário aguardar até obter TOF igual ou superior a 2 após o término da cirurgia (sutura do último portal cirúrgico da laparoscopia) para que, então, fosse possível realizar a reversão do BNM. Também foi registrado o valor do TOF após cinco minutos da administração dos reversores do BNM, valor do TOF e horário da extubação orotraqueal, valor do TOF e horário da admissão na SRPA. Para estimar a ocorrência de BNMT em cada paciente, realizou-se análise comparativa entre os valores do TOF no momento da extubação orotraqueal e na admissão à SRPA. Os eventos adversos observados na SRPA foram registrados para avaliar o estado respiratório: diminuição na saturação de oxigênio abaixo de 90%, com a necessidade de oxigênio adicional em cateter nasal ou de assistência ventilatória com unidade ventilatória (máscara facial, válvula unidirecional para fluxo aéreo e bolsa reservatória).

O cálculo amostral baseou-se nos resultados do estudo de Morais et al.,² que observaram 30% de BNMT (TOF inferior a 90%) em 40 pacientes que receberam rocurônio e 32% de BNMT em 53 pacientes que receberam cisatracúrio. Considerando essa mesma taxa de BNMT para cada bloqueador neuromuscular, com nível de significância de 5% e poder do teste de 90%, seriam necessários 35 pacientes recebendo rocurônio e 44 pacientes recebendo cisatracúrio para a análise do desfecho primário do estudo (cálculo amostral obtido com a ferramenta disponível no endereço eletrônico <https://praticaclinica.com.br>).

Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Graphpad Prism®, versão 5.0 para Windows®. Inicialmente, foi realizada análise exploratória dos dados para cálculo dos valores da média ou mediana (percentis 25 e 75, respectivamente), desvio padrão, frequência absoluta e porcentagem das variáveis estudadas. As variáveis quantitativas foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e as variáveis categóricas foram analisadas com tabelas de contingência utilizando o teste exato de Fisher. Dados paramétricos foram submetidos ao teste *t* de Student e os dados não paramétricos foram analisados segundo o teste de Mann-Whitney. As diferenças obtidas em todos os testes empregados foram consideradas estatisticamente significantes quando o valor de *p* era menor que 0,05 (nível de significância de 95%).

Resultados

O diagrama de fluxo (fig. 1) expressa a inclusão dos 85 pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio. A tabela 1

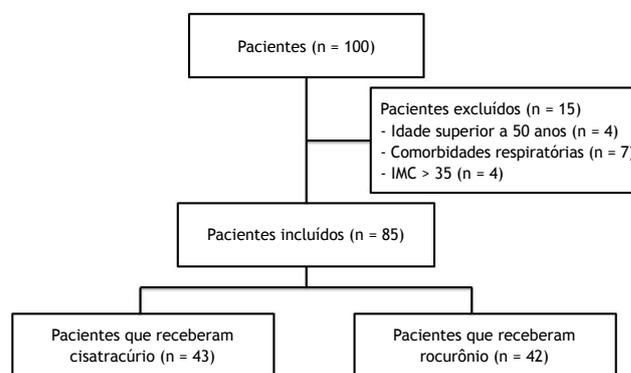


Figura 1 Diagrama de fluxo.

apresenta as características demográficas dos pacientes de acordo com o bloqueador neuromuscular administrado.

Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre a idade, sexo, peso e IMC ou estado físico ASA (tabela 1). Pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre a duração total da cirurgia e os tempos parciais analisados (tabela 2).

A tabela 3 apresenta a avaliação da função neuromuscular realizada após cinco minutos da reversão do BNM, na extubação orotraqueal e na admissão à SRPA. Observando a avaliação da função neuromuscular determinada pelos valores encontrados no TOF, constatou-se diferença estatisticamente significante entre os pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio após cinco minutos da realização da reversão do BNM. De acordo com esses dados, durante o teste realizado após cinco minutos da reversão, os pacientes que receberam rocurônio apresentaram valor mediano do TOF de 66,5%, ou seja, superior ao encontrado nos pacientes que receberam cisatracúrio (44%) ($p = 0,0414$).

Os eventos e intercorrências durante a reversão do BNM foram mais frequentes nos pacientes que receberam cisatracúrio. A necessidade de aguardar tempo adicional após o término da cirurgia para obter dois ou mais estímulos no TOF foi observada em 30,2% dos pacientes que receberam cisatracúrio (13/43) contra 7,1% dos pacientes que receberam rocurônio (3/42) ($p = 0,0109$). Não houve diferença estatisticamente significante entre os pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio em relação à necessidade da administração repetida dos reversores ou no despertar e extubação orotraqueal prolongados.

A tabela 4 expressa o número de pacientes com a função neuromuscular definida por TOF inferior a 90% nos quais foi realizada a reversão do BNM. Para a análise do TOF após cinco minutos da reversão, excluíram-se dois pacientes (um que recebeu cisatracúrio e outro que recebeu rocurônio) que apresentaram recuperação espontânea da função neuromuscular, sem a necessidade de administração de neostigmina e atropina.

Ao estratificar os pacientes em relação aos que foram considerados portadores de BNMT pós-operatório, nenhuma diferença estatisticamente significante foi observada entre a contagem desses pacientes nos momentos analisados (tabela 4).

As ocorrências de eventos adversos na SRPA foram analisadas de acordo com o bloqueador neuromuscular administrado.

Tabela 1 Características demográficas dos pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio

		Cisatracúrio (n = 43)	Rocurônio (n = 42)	p-valor
Idade (anos)				
Média ± DP		35,16 ± 7,208	36,76 ± 7,457	0,3176 ^a
Sexo				
n (%)	Masculino	10 (23,3%)	9 (21,4%)	1,0000 ^b
	Feminino	33 (76,7%)	33 (78,6%)	
Peso (kg)				
Mediana (25P-75P)		72,0 (65,0-82,0)	79,2 (61,0-79,2)	0,2853 ^c
IMC				
Média ± DP		26,83 ± 3,57	25,87 ± 3,47	0,2169 ^c
Estado físico				
n (%)	ASA I	27 (62,8%)	31 (73,8%)	0,3529 ^a
	ASA II	16 (37,2%)	11 (26,2%)	

DP, Desvio Padrão; IMC, Índice de Massa Corporal.

^a Teste Exato de Fisher.

^b Teste Mann-Whitney.

^c Teste *t* de Student.

Tabela 2 Períodos e intervalos no intraoperatório dos pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio

	Cisatracúrio (n = 43) Mediana (25P-75P)	Rocurônio (n = 42) Mediana (25P-75P)	p-valor
Duração total da cirurgia (minutos)	56 (41-65)	54,50 (44,50-67,75)	0,4928 ^a
Da reversão até extubação (minutos)	15,5 (13,75-18)	16 (12,5-17,5)	0,4641 ^a
Do término da cirurgia até extubação (minutos)	18 (15-27)	17 (14-19,25)	0,0715 ^a
Do término da cirurgia até SRPA (minutos)	30 (25-39)	27 (24-32)	0,0523 ^a
Da extubação até SRPA (minutos)	10 (7-12)	9 (7-13)	0,5781 ^a

SRPA, Sala de Recuperação Pós-Anestésica.

^a Teste Mann-Whitney.

Tabela 3 Avaliação da função neuromuscular dos pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio

TOF ^(a)	Cisatracúrio (n = 43) Mediana (25P-75P)	Rocurônio (n = 42) Mediana (25P-75P)	p-valor
Após 5 minutos da reversão	44,0% (23,0-74,0)	66,5% (38,0-77,0)	0,0414 ^b
Após a extubação	81,0% (74,0-96,0)	89,5% (72,0-100,0)	0,6794 ^b
Na admissão na SRPA	94,0% (83,0-106,0)	94,0% (83,0-105,0)	0,8604 ^b

^a Valor mediano do TOF expresso em porcentagem representado como a relação de T4/T1.

^b Teste Mann-Whitney.

SRPA, Sala de Recuperação Pós-Anestésica.

Tabela 4 Número de pacientes com TOF inferior a 90% que receberam cisatracúrio ou rocurônio

TOF inferior a 90%	Cisatracúrio n (%)	Rocurônio n (%)	p-valor
Após tempo ideal do bloqueador	40/43 (93,0%)	42/42 (100%)	0,2412 ^b
Após suspensão dos anestésicos	42/43 (97,7%)	41/42 (97,6%)	1,0000 ^b
Após 5 minutos da reversão ^a	36/42 (85,7%)	35/41 (85,4%)	1,0000 ^b
Após a extubação	27/43 (62,8%)	21/42 (50,0%)	0,2776 ^b
Na admissão na SRPA	17/43 (39,5%)	17/42 (40,5%)	1,0000 ^b

^a Foram considerados apenas os pacientes nos quais foram utilizados os reversores.

^b Teste Exato de Fisher.

SRPA, Sala de Recuperação Pós-Anestésica.

Apenas 11,6% (5/43) dos pacientes que receberam cisatracúrio apresentaram algum tipo de evento adverso na SRPA, enquanto naqueles que receberam rocurônio, essa taxa foi de 16,7% (7/42). Não houve diferença estatisticamente significativa na ocorrência dos eventos adversos na SRPA entre os pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio ($p = 0,5486$).

De maneira geral, constatou-se aumento no valor do TOF na SRPA em relação ao que foi registrado no momento da extubação orotraqueal. Entre os pacientes que receberam cisatracúrio, a média desse aumento foi de 14,53 ($\pm 25,69$), e naqueles que receberam rocurônio foi de 10,17 ($\pm 15,96$), sem diferença estatisticamente significativa ($p = 0,3505$); entretanto, não foi possível excluir a hipótese nula para a diferença entre as médias do aumento do valor do TOF entre a extubação orotraqueal e a admissão na SRPA. Houve redução do TOF na SRPA em relação ao valor de TOF na extubação orotraqueal, portanto, ocorreu o BNMT em 14 (32,6%) pacientes que receberam cisatracúrio. Destes, 2 (14,3%) apresentaram diminuição na saturação de oxigênio abaixo de 90%, com a necessidade da oferta adicional de oxigênio em cateter nasal. A ocorrência do BNMT na SRPA também foi apresentada por 7 (16,7%) pacientes que receberam rocurônio; destes, houve necessidade da oferta adicional de oxigênio em cateter nasal, devido diminuição na oximetria abaixo de 90%, em 2 (28,6%). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os pacientes que receberam cisatracúrio ou rocurônio considerando o número de pacientes com redução do TOF ($p = 0,1310$). Dos 12 pacientes que tiveram eventos adversos na SRPA, apenas quatro apresentaram redução do TOF na SRPA em relação ao TOF na extubação orotraqueal.

Discussão

O desenvolvimento de medicamentos com maior controle do início e término de ação evoluiu de maneira considerável nos últimos anos. O conhecimento mais avançado da farmacocinética e farmacodinâmica proporcionou a realização de anestésias mais seguras e desfechos mais favoráveis para os procedimentos anestésico-cirúrgicos. Entretanto, a incidência de BNMT continua alta, apesar do advento dos bloqueadores de ação intermediária. O presente estudo também apresentou expressiva incidência de BNMT na SRPA. Segundo alguns autores, essas complicações podem ser resultado de uma reversão ineficaz e limitada do bloqueio neuromuscular.^{2,4,6}

Considerando a avaliação da função neuromuscular após cinco minutos da administração da neostigmina para a reversão do bloqueio, os pacientes que receberam rocurônio apresentaram a mediana do valor do TOF superior em relação aos pacientes que receberam cisatracúrio. A mediana do valor do TOF após a extubação orotraqueal e na admissão à SRPA foi igualmente superior nos pacientes que receberam rocurônio em relação aos que receberam cisatracúrio, entretanto, a diferença não foi estatisticamente significativa. A incidência de eventos adversos durante a realização da reversão do BNMT foi mais frequente nos pacientes que receberam cisatracúrio. Esses resultados são corroborados por Mathias e Bernardis (2012), que mostraram maior intensidade do BNMT após o uso de cisatracúrio, sendo que ao final do procedimento cirúrgico, a incidência do BNMT foi menor com rocurônio (44%) do que com o cisatracúrio (57%).⁵

A incidência de BNMT na admissão à SRPA foi semelhante, ou seja, nos pacientes que receberam cisatracúrio foi de 39,5% e nos pacientes que receberam rocurônio foi de 40,5% ($p = 1,0$). Essa incidência também foi encontrada por Aytac et al. (2016),

Ariza et al. (2017), Mathias e Bernardis (2012), Fuchs-Buder et al. (2016) e Murphy et al. (2018), os quais concluíram que, apesar da introdução de bloqueadores de ação intermediária, ainda ocorre uma alta incidência (aproximadamente 40%) de recuperação neuromuscular incompleta durante o período de recuperação precoce da anestesia.^{3-5,8,9}

No presente estudo, houve pequeno número de eventos adversos ocorridos na SRPA. Essas ocorrências foram mais frequentes nos pacientes que receberam rocurônio do que naqueles que receberam cisatracúrio, apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa. Esses achados podem ser explicados pelo BNMT mais duradouro após o uso do rocurônio. Em seu estudo, Feltracco et al. (2016) mostraram que o intervalo de tempo desde a última administração do bloqueador até a administração da reversão foi maior no grupo que utilizou rocurônio, em comparação com o que utilizou o cisatracúrio. Isso está de acordo com algumas observações que relatam uma variabilidade do BNMT induzido por rocurônio, sendo mais duradouro do que o induzido pelo cisatracúrio.¹⁴

O BNMT na SRPA foi mais frequente nos pacientes que receberam cisatracúrio, representando 32,6% contra 16,7% dos pacientes que receberam rocurônio, sem diferença estatisticamente significativa. Também foram os pacientes que receberam cisatracúrio que apresentaram a maior redução do valor do TOF na admissão à SRPA em relação ao valor do TOF no momento da extubação orotraqueal, apesar de não ter havido diferença estatisticamente significativa. Como já demonstrado por Mathias e Bernardis (2012), há maior intensidade do BNMT após o uso do cisatracúrio.⁵ A ocorrência do BNMT também é explicada por Almeida et al. (2004). Esses autores afirmaram que, teoricamente, é possível ocorrer BNMT após o término da ação da neostigmina, visto que esse agente antagonista não desloca o bloqueador neuromuscular do seu local de ação.⁷

A ação direta dos bloqueadores neuromusculares em outros órgãos além dos músculos pode causar efeitos indesejáveis. Broens et al. (2019) mostraram a ocorrência da depressão respiratória após o uso do rocurônio, apesar da recuperação completa da função neuromuscular com valor do TOF superior a 90%. Esses autores sugeriram que a hiperventilação estimulada pelos corpos carotídeos em resposta à hipóxia fica diminuída por ação direta dos bloqueadores neuromusculares adespolarizantes após a ligação desses medicamentos nos receptores nicotínicos pós-sinápticos localizados nas células dos corpos carotídeos.¹⁷ Portanto, essa interferência na resposta ventilatória pode influenciar os resultados relacionados à ocorrência dos eventos adversos na SRPA nos pacientes com reversão completa do BNMT.

Foi possível constatar o percentual expressivo da presença de BNMT (40%) na SRPA apesar da administração da neostigmina, reforçando o fato de que a reversão com anticolinérgicos não garante a recuperação completa da função neuromuscular. Sabe-se que a neostigmina apresenta início de ação lento e imprevisível, possui efeito-teto e não é eficaz na reversão de BNMT profundo.¹⁸ De fato, a alta taxa do TOF inferior a 90% na SRPA, apesar da monitorização com a aceleromiografia, é forte indicador da necessidade do desenvolvimento de métodos mais eficazes de reversão do BNMT.

Este estudo apresenta algumas limitações. É importante mencionar que a técnica de avaliação da função neuromuscular pela aceleromiografia é influenciada por fatores externos que podem alterar o valor do TOF, prejudicando a confiabilidade dos resultados. Nos pacientes deste estudo, os eletrodos, sensores e termômetro do monitor do TOF foram posicionados e fixados na mão do

paciente antes da indução anestésica, e retirados apenas após a última avaliação do valor do TOF na SRPA. Apesar disso, o transporte do paciente da sala de cirurgia até a SRPA, a mudança da mesa cirúrgica para a maca de transporte, alterações na temperatura ambiente e, invariavelmente, na temperatura corporal, além da mudança do local para posicionar a mão e os dedos do paciente para a determinação do valor do TOF podem ter impactado na correta avaliação da função neuromuscular na SRPA e, portanto, na ocorrência de BNMr e BNMt. Assim, faz-se necessária a realização de estudos com técnicas de monitorização mais avançadas com o intuito de melhorar a precisão na determinação da função neuromuscular, principalmente na SRPA.

Conclui-se que a incidência de BNMr em pacientes submetidos a anestesia geral foi elevada e que a incidência do BNMt foi praticamente o dobro nos pacientes que receberam cisatracúrio em comparação aos que receberam rocurônio, apesar de não ter apresentado diferença estatisticamente significativa. A aplicação da monitorização objetiva da intensidade do BNM foi imprescindível para a adequada avaliação da recuperação da função neuromuscular do paciente. Esses resultados mostram a necessidade e a importância da avaliação clínica e da aplicação da monitorização objetiva nos pacientes quando se administra bloqueadores neuromusculares.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Nunes RR. Avaliação das respostas dos músculos orbicular ocular, adutor do polegar e flexor do hálux à estimulação com a sequência de quatro estímulos. *Rev Bras Anesthesiol.* 2001;51:311-8.
2. Moraes BS, Castro CHV, Teixeira VC, et al. Bloqueio neuromuscular residual após o uso de rocurônio ou cisatracúrio. *Rev Bras Anesthesiol.* 2005;55:622-30.
3. Aytac I, Postaci A, Aytac B, et al. Pesquisa de curarização residual no pós-operatório, eventos respiratórios agudos e abordagem de anesthesiologistas. *Rev Bras Anesthesiol.* 2016;66:55-62.
4. Ariza F, Dorado F, Enríquez LE, et al. Postoperative residual curarization at the post-anesthetic care unit of a university hospital: A cross-sectional study. *Rev Colomb Anesthesiol.* 2017;45:15-21.
5. Mathias LAST, Bernardis RCG. Postoperative residual paralysis. *Rev Bras Anesthesiol.* 2012;62:444-50.
6. Naguib M, Kopman AF, Ensor JE. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarization: a meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2007;98:302-16.
7. Almeida MCS, Camargo DR, Linhares SF, et al. Avaliação do bloqueio neuromuscular residual e da recurarização tardia na sala de recuperação pós-anestésica. *Rev Bras Anesthesiol.* 2004;54:518-31.
8. Fuchs-Buder T, Nemes R, Schmartz D. Residual neuromuscular blockade: management and impact on postoperative pulmonary outcome. *Curr Opin Anesthesiol.* 2016;29:662-7.
9. Murphy GS. Neuromuscular Monitoring in the Perioperative Period. *Anesth Analg.* 2018;126:464-8.
10. Nemes R, Fülesdi B, Pongrácz A, et al. Impact of reversal strategies on the incidence of postoperative residual paralysis after rocuronium relaxation without neuromuscular monitoring. *Eur J Anaesthesiol.* 2017;34:609-16.
11. Da-Qing Pei, Hong-Mei Zhou, Qing-He Zhou. Grip strength can be used to evaluate postoperative residual neuromuscular block recovery in patients undergoing general anesthesia. *Medicine.* 2019;98:2.
12. Kiekkas P, Bakalis N, Stefanopoulos N, et al. Residual neuromuscular blockade and postoperative critical respiratory events: literature review. *J Clin Nurs.* 2014;23:3025-35.
13. Hunter JM. Reversal of residual neuromuscular block: complications associated with perioperative management of muscle relaxation. *Br J Anaesth.* 2017;119:53-62.
14. Feltracco P, Tonetti T, Barbieri S, et al. Cisatracurium and rocuronium associated residual neuromuscular dysfunction under intraoperative neuromuscular monitoring and postoperative neostigmine reversal: a single-blind randomized Trial. *J Clin Anesth.* 2016;35:198-204.
15. Errando CL, Mazzinari G, Díaz-Cambronero O, et al. Bloqueo neuromuscular residual en la sala de recuperación post anestésica. Análisis secundario del estudio ReCuSS. Estudio observacional transversal de una cohorte multicêntrica. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2017;64:419-22.
16. Casanova J, Piñeiro P, Gala FDL, et al. Bloqueio neuromuscular profundo versus moderado durante a ventilação monolunilar em cirurgia de ressecção pulmonar. *Rev Bras Anesthesiol.* 2017;67:288-93.
17. Broens SJL, Boon M, Martini CH, et al. Reversal of Partial Neuromuscular Block and the Ventilatory Response to Hypoxia. A Randomized Controlled Trial in Healthy Volunteers. *Anesthesiology.* 2019;131:467-76.
18. Alencar AFF, Louzada LAL, Jorge JC, et al. Adversidades do bloqueio e da reversão neuromuscular. *Rev Med Minas Gerais.* 2016;26:22-33.