

# Avaliação do Bloqueio Neuromuscular em Crianças no Momento da Reversão do Bloqueio e da Retirada da Cânula Endotraqueal

Camila Machado de Souza, TSA<sup>1</sup>, Fernanda Elizabeth Romero, TSA<sup>1</sup>, Maria Angela Tardelli, TSA<sup>2</sup>

**Resumo:** Souza CM, Romero FE, Tardelli MA – Avaliação do Bloqueio Neuromuscular em Crianças no Momento da Reversão do Bloqueio e da Retirada da Cânula Endotraqueal.

**Justificativa e objetivos:** Estudos evidenciam a importância da monitoração da função neuromuscular na prevenção do bloqueio residual. No entanto, a maioria dos anestesistas em sua prática diária se abaliza em dados clínicos para avaliar a recuperação da função neuromuscular. O objetivo deste estudo foi avaliar o grau de bloqueio neuromuscular em crianças submetidas à anestesia geral no momento da reversão do bloqueio e da retirada da cânula endotraqueal.

**Método:** Foram avaliadas crianças entre 3 meses e 12 anos, submetidas à anestesia geral com uso de atracúrio ou rocurônio. A monitoração foi iniciada no momento da reversão do bloqueio neuromuscular e/ou retirada da cânula endotraqueal. O anesthesiologista não era informado sobre o valor de  $T_4/T_1$ ; apenas era alertado quando o momento era inadequado para a retirada da cânula endotraqueal. Houve registro do grau de bloqueio neuromuscular desde o início da monitoração, bem como do intervalo para a recuperação da relação  $T_4/T_1 \geq 0,9$ , doses de bloqueador e neostigmina utilizadas, fração expirada do agente inalatório, duração da anestesia, temperatura central e periférica.

**Resultados:** O bloqueio neuromuscular foi revertido em 80% das crianças no Grupo Rocurônio e 64,5% no Grupo Atracúrio. A reversão foi incorreta em 45,8 % do Grupo Rocurônio e 25% do Grupo Atracúrio. A incidência de  $T_4/T_1 < 0,9$  no momento da retirada da cânula endotraqueal foi de 10% em ambos os grupos.

**Conclusões:** Na decisão de retirada da cânula endotraqueal, com base em critérios clínicos, 10% das crianças apresentavam  $T_4/T_1 < 0,9$ , independentemente do bloqueador recebido. Um número considerável de pacientes teve o bloqueio neuromuscular revertido de maneira incorreta, quando o bloqueio ainda era profundo demais ou mesmo já estava recuperado.

**Unitermos:** ANESTESIA, Geral; BLOQUEADORES NEUROMUSCULARES: atracúrio, rocurônio; CIRURGIA, Pediátrica; INTUBAÇÃO TRAQUEAL; MONITORIZAÇÃO: função neuromuscular.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(2): 145-155] ©Elsevier Editora Ltda.

## INTRODUÇÃO

O bloqueio neuromuscular residual é uma das principais complicações relacionadas ao uso de bloqueadores neuromusculares adespolarizantes (BNMA) durante a anestesia. Entre os efeitos adversos do bloqueio residual, incluem-se risco de regurgitação e aspiração do conteúdo gástrico, resposta ventilatória à hipóxia prejudicada, obstrução de vias aéreas superiores e diminuição da capacidade vital forçada<sup>1</sup>. Diversos estudos evidenciam a importância da monitoração objetiva da função neuromuscular, no sentido de se prevenir o bloqueio residual. No entanto, a maioria dos anestesistas, em sua prática diária, se abaliza apenas em dados clínicos, que são subjetivos, para avaliar a recuperação da função neuromuscular.

Recebido da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Medicina Intensiva da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Brasil.

1. Médica-Assistente da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Medicina Intensiva da UNIFESP  
2. Professora Adjunta da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Medicina Intensiva da UNIFESP

Submetido em 31 de maio de 2009

Aprovado para publicação em 13 de dezembro de 2010

Correspondência para:

Dra. Camila Machado de Souza  
Disciplina de Anestesiologia, Dor e Medicina Intensiva da UNIFESP  
Rua Napoleão de Barros, 715, 5o andar  
Vila Clementino  
04024002 – São Paulo, SP, Brasil

E-mail: cmdesouza@uol.com.br

Uma maneira de evitar os eventos adversos do bloqueio residual é a reversão do bloqueio neuromuscular previamente à retirada da cânula endotraqueal. Autores preconizam que, na ausência de monitoração do grau de bloqueio neuromuscular, deve-se rotineiramente antagonizar o bloqueio devido à imprevisibilidade de sua recuperação espontânea<sup>2,3</sup>. No entanto, as medicações utilizadas com essa finalidade não estão isentas de efeitos colaterais. Acresce-se a isso o fato de a reversão farmacológica do bloqueio nem sempre ser efetiva, por envolver mecanismo competitivo com os BNMA<sup>1</sup>.

A incidência de bloqueio residual em adultos na sala de recuperação anestésica tem sido bem documentada, porém poucos dados estão disponíveis sobre a mesma situação em crianças, em razão das dificuldades inerentes à monitoração objetiva nesse grupo etário.

A finalidade deste estudo foi avaliar de forma objetiva, por meio da aceleromiografia, a intensidade do bloqueio neuromuscular em crianças submetidas à anestesia geral, no momento da decisão da reversão do bloqueio e da decisão da retirada da cânula endotraqueal.

## MÉTODO

O estudo foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo. Foram ava-

liadas crianças com idade entre 3 meses e 12 anos, submetidas a procedimentos cirúrgicos sob anestesia geral com o uso de fentanil, propofol, isoflurano, atracúrio ou rocurônio. A monitoração da função neuromuscular apenas era iniciada ao final do procedimento cirúrgico, através de aceleromiografia com estimulação do nervo ulnar, utilizando-se a sequência de quatro estímulos (SQE) com corrente de 20 mA. A intensidade do bloqueio neuromuscular foi registrada a partir do momento da decisão de reversão do bloqueio neuromuscular ou da decisão de retirada da cânula endotraqueal, quando o anesthesiologista optava pela não reversão do bloqueio. Além disso, houve também registro do intervalo para recuperação de  $T_4/T_1 \geq 0,9$  a partir desse momento, da dose total de BNMA utilizada durante o procedimento, da temperatura central e periférica e da dose total de neostigmina, quando utilizada. Foram consideradas “reversão incorreta” as situações em que o uso da neostigmina não era necessário (presença de relação  $T_4/T_1 \geq 0,9$ ) ou seria ineficiente (recuperação do bloqueio neuromuscular com menos de 2 respostas à seqüência de quatro estímulos) <sup>4,5</sup>.

O anesthesiologista tinha conhecimento dos objetivos do estudo e não tinha acesso aos dados obtidos na aceleromiografia a partir da monitoração da função neuromuscular. Todas as decisões relacionadas à utilização do BNMA (dose, intervalo de administração e reversão do bloqueio) foram tomadas pelo anesthesiologista responsável pelo ato anestésico, sem qualquer interferência por parte do pesquisador, e foram baseadas em critérios clínicos, segundo sua prática clínica habitual. O pesquisador apenas informava ao anesthesiologista o valor de  $T_4/T_1$ , caso este fosse inferior a 0,9 no momento da decisão de retirada da cânula traqueal. Nessa situação, o paciente permanecia intubado e o agente inalatório, caso ainda estivesse em uso, era desligado enquanto se aguardava a recuperação de  $T_4/T_1$  para valor  $\geq 0,9$ . Nesse período, a hipnose foi mantida com propofol em bolos, conforme necessário.

As variáveis qualitativas foram descritas como número (n) e porcentagem (%), enquanto as quantitativas foram expressas através de medidas de posição: mediana, 1º quartil (Q1), 3º quartil (Q3) e os valores de mínimo e máximo. A comparação das variáveis qualitativas foi feita através do teste Qui-quadrado e teste de Fisher. Para as variáveis quantitativas, utilizou-se o teste de Mann-Whitney. Foram considerados estatisticamente significativos os resultados que apresentaram valor de p inferior a 5% ( $p < 0,05$ ). Toda análise estatística foi realizada no software SPSS 16.0 for Windows.

## RESULTADOS

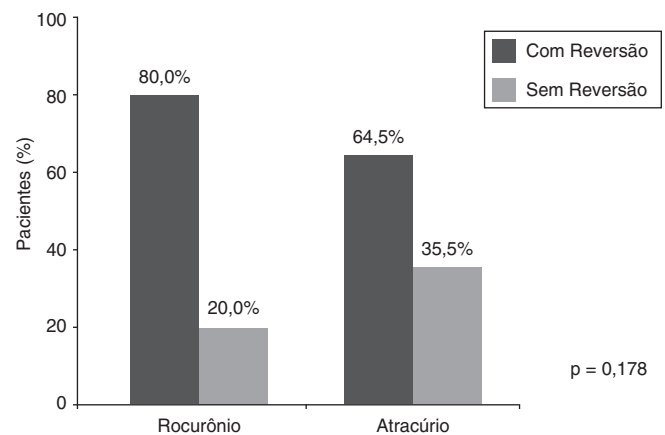
Os dados demográficos dos dois grupos foram semelhantes, conforme representado na Tabela I.

O bloqueio neuromuscular foi revertido com neostigmina ao final do procedimento em 80% (n = 24) das crianças no Grupo Rocurônio e 64,5% (n = 20) no Grupo Atracúrio ( $p = 0,178$ ), como mostra a Figura 1.

Entre as crianças que tiveram o bloqueio revertido (n = 44), a reversão foi incorreta em 45,8% do Grupo Rocurônio e 25%

**Tabela I** – Dados Demográficos de Acordo com o Grupo

	Rocurônio (n = 30)	Atracúrio (n = 31)	P
Idade (meses)			0,648
Mediana (Q1-Q3)	72 (48-96)	72 (48- 20)	
Mínimo-máximo	3-132	3-156	
Peso (Kg)			0,153
Mediana (Q1-Q3)	20 (14-29)	23 (16-35)	
Mínimo-máximo	3,5-48	5-50	
Gênero			0,344
Masculino	20 (66,7%)	17 (54,8%)	
Feminino	10 (33,3%)	14 (45,2%)	
Estado físico			0,905
ASA I	21 (70,0%)	25 (80,6%)	
ASA II	8 (26,7%)	4 (13,0%)	
ASA III	1 (3,3%)	0 (0%)	
ASA IV	0 (0%)	2 (6,4%)	



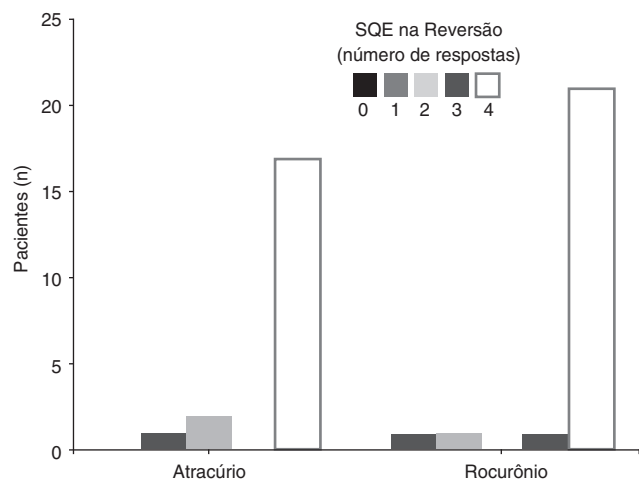
**Figura 1** – Distribuição da Decisão de Reversão de Acordo com o Grupo.

do Grupo Atracúrio ( $p = 0,153$ ). A dose de neostigmina utilizada foi semelhante em ambos os grupos (Tabela II). A mediana do valor de  $T_4/T_1$  no momento da reversão foi de 0,8 no Grupo Rocurônio e 0,7 no Grupo Atracúrio. A mediana do tempo para recuperação do bloqueio ( $T_4/T_1 \geq 0,9$ ) após a reversão foi de 4 minutos no Grupo Rocurônio e de 5 minutos no Grupo Atracúrio. Não houve diferença das temperaturas central e periférica entre os dois grupos (Tabela II). A Figura 2 mostra a distribuição dos valores de SQE no momento da reversão em ambos os grupos. Dentre essas crianças, 40 receberam isoflurano durante a manutenção da anestesia, e o valor médio da fração expirada do halogenado foi de  $1,0 \pm 0,24$  no Grupo Rocurônio e de  $0,94 \pm 0,19$  no Grupo Atracúrio ( $p < 0,05$ ) no momento da reversão. Duas crianças no Grupo Atracúrio e uma criança no Grupo Rocurônio receberam sevoflurano durante a manutenção e os valores da fração expirada de halogenado no momento da reversão nesses casos foram, respectivamente, 1,1% e 1,6% no Grupo Atracúrio, e 1% no Grupo Rocurônio. Uma criança no Grupo Rocurônio recebeu anestesia venosa total.

**Tabela II** – Decisão de Reversão do Bloqueio Neuromuscular de Acordo com o Grupo

	Rocurônio (n = 24)	Atracúrio (n = 20)	p
Decisão de reversão			
Correta	13 (54,2%)	15 (75,0%)	0,153
Incorreta	11 (45,8%)	5 (25,0%)	
SQE na reversão incorreta			
$T_4/T_1 \geq 0,9$	10 (41,7%)	4 (20,0%)	0,124
SQE < 2 respostas	1 (4,2%)	1 (5,0%)	
Dose de neostigmina (mg.kg <sup>-1</sup> )			
Mediana (Q1 - Q3)	0,04 (0,03-0,05)	0,04 (0,02-0,04)	0,419
Mínimo-máximo	0,02-0,07	0,02-0,09	
Tempo para $T_4/T_1 \geq 0,9$ (min)			
Mediana (Q1 - Q3)	4 (2-10)	5 (3-8)	0,983
Mínimo-máximo	2-87	1-18	
Temperatura central (°C)			
Mediana (Q1 - Q3)	36,3 (35,4-36,8)	35,8 (35,0-36,1)	0,120
Mínimo-máximo	34,0-37,5	34,0-37,5	
Temperatura periférica (°C)			
Mediana (Q1 - Q3)	34,2 (32,2-35,0)	34,0 (32,5-34,6)	0,642
Mínimo-máximo	29,0-36,0	27,4-36,4	
Dose total de BNM (mg.kg <sup>-1</sup> )			
Mediana (Q1 - Q3)	0,79 (0,56-1,02)	0,50 (0,46-0,52)	0,439
Mínimo-máximo	0,50-2,83	0,43-1,33	

Q1 – 1° quartil; Q3 – 3° quartil.

**Figura 2** – Distribuição dos Valores de SQE na Reversão de Acordo com o Grupo.

No momento da decisão de retirada da cânula endotraqueal, três crianças em cada um dos grupos apresentavam  $T_4/T_1 < 0,9$ . A mediana do tempo para recuperação da relação  $T_4/T_1 \geq 0,9$  a partir do momento da decisão da retirada da cânula endotraqueal foi de 16 minutos no Grupo Rocurônio e de 5 minutos no Grupo Atracúrio. Essas crianças haviam recebido isoflurano na manutenção da anestesia. No entanto, os valores da fração expirada do halogenado no momento da decisão de retirada da cânula endotraqueal não foram registrados. Os demais dados sobre esses pacientes estão representados na Tabela III.

**Tabela III** – Dados dos Pacientes com  $T_4/T_1 < 0,9$  na Decisão de Extubação

	Rocurônio (n = 3)	Atracúrio (n = 3)
$T_4/T_1$ na desintubação		
Mediana	0,58	0,56
Mínimo-máximo	0,17-0,78	0,37-0,63
Tempo para $T_4/T_1 \geq 0,9$ (min)		
Mediana	16	5
Mínimo-máximo	3-26	3-12
Idade (meses)		
Mediana	21	72
Mínimo-máximo	3-96	60-96
Temperatura central (°C)		
Mediana	35,0	35,8
Mínimo-máximo	35,0-36,8	34,0-37,5
Temperatura periférica (°C)		
Mediana	32,1	34,1
Mínimo-máximo	30,7-33,1	33,8-34,8
Dose total de BNM (mg.kg <sup>-1</sup> )		
Mediana	1,7	0,52
Mínimo-máximo	1-2,83	0,47-0,53
Dose de neostigmina (mg.kg <sup>-1</sup> )		
Mediana	0,03	0,03
Mínimo-máximo	0,07-0,02	0,04-0,02
Duração da anestesia (min)		
Mediana	185	71
Mínimo-máximo	185-412	65-80

Com exceção de uma criança do Grupo Atracúrio, todas as outras que apresentavam  $T_4/T_1 < 0,9$  no momento da decisão de extubação foram submetidas à reversão do bloqueio neuromuscular com uma dose média de neostigmina de  $0,032 \pm 0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ . O grau de bloqueio no momento da reversão entre as crianças submetidas à reversão e que, ainda assim, apresentavam  $T_4/T_1 < 0,9$  no momento da extubação, no entanto, foi muito variável. Os valores encontrados no momento da reversão foram 0 respostas, 2 respostas e 4 respostas no Grupo Rocurônio, e 2 respostas e  $T_4/T_1 = 0,27$  no Grupo Atracúrio. Os intervalos entre a reversão e a decisão de extubação foram, respectivamente, 5 minutos, 7 minutos e 61 minutos no Grupo Rocurônio e 3 minutos e 6 minutos no Grupo Atracúrio.

## DISCUSSÃO

Este estudo foi desenhado para avaliar a intensidade do bloqueio neuromuscular no momento da administração da neostigmina e/ou no momento da retirada da cânula endotraqueal, em crianças submetidas à anestesia geral em que foi utilizado o rocurônio ou o atracúrio, sem monitoração da função neuromuscular.

O bloqueio residual ao final do procedimento cirúrgico é um assunto que há muito tem preocupado os anestesiológicos<sup>6</sup>. Adequada recuperação da função neuromuscular tem sido geralmente definida como a habilidade de o paciente manter função ventilatória satisfatória e vias aéreas livres. Como é difícil utilizar os testes de função pulmonar que avaliam estes objetivos, tais como capacidade vital e ventilação voluntária máxima, na prática clínica, outros testes são aplicados como substitutos. A fadiga da relação  $T_4/T_1$  foi o primeiro sugerido para a medida do grau de bloqueio neuromuscular e, subsequentemente, seus valores foram relacionados às provas de função pulmonar<sup>6</sup>.

Estudos revelam que a relação  $T_4/T_1 < 0,9$  está associada à piora da resposta ventilatória à hipóxia e da função dos músculos da faringe e do esfíncter esofágico superior, predispondo a aspiração pulmonar e complicações ventilatórias<sup>1,7</sup>.

O uso rotineiro de monitoração da função neuromuscular reduz a incidência de bloqueio residual<sup>3</sup>. Entretanto, há necessidade de se utilizar monitoração, a qual, objetivamente, quantifica o grau de bloqueio neuromuscular, particularmente em sua fase final de recuperação, porque é muito difícil estimar visual ou manualmente o valor da relação  $T_4/T_1$  com certeza suficiente para excluir o bloqueio residual<sup>8</sup>. Assim, na ausência de monitoração confiável, o bloqueio neuromuscular tem sido revertido rotineiramente por meio de anticolinesterásico.

A reversão rotineira do bloqueio neuromuscular ao final do ato anestésico também não é garantia de função neuromuscular restabelecida no momento da retirada da cânula endotraqueal. Em nosso estudo, quase todas as crianças que apresentavam  $T_4/T_1 < 0,9$  no momento da extubação haviam recebido uma dose média de  $0,03 \text{ mg.kg}^{-1}$  de neostigmina para reversão do bloqueio. O retorno da função neu-

romuscular após a administração da neostigmina é a soma da recuperação espontânea do bloqueio neuromuscular e sua aceleração pelo anticolinesterásico. Assim, a velocidade de restauração da função neuromuscular após a administração da neostigmina é afetada pela intensidade do bloqueio no momento da reversão e pela dose administrada do anticolinesterásico<sup>1,8-10</sup>. Quando se realiza reversão na vigência de bloqueio neuromuscular profundo, ou seja, na ausência de qualquer resposta muscular detectável à estimulação indireta, a relação  $T_4/T_1$  recupera o valor 0,4 razoavelmente rápido. Contudo, a recuperação de  $T_4/T_1 > 0,7$  não ocorre prontamente. Assim, a tentativa de reverter bloqueio profundo resulta em uma janela prolongada de vulnerabilidade na qual o paciente pode estar inadequadamente recuperado e o anestesiológico confiante de que a reversão foi bem-sucedida<sup>8</sup>. Corroborando com estes dados, estudo demonstrou que, em 40 adultos que receberam rocurônio ou cisatracúrio, apenas um em cada grupo apresentava  $\text{TOF} \geq 0,9$  após 15 minutos da reversão com  $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$  de neostigmina administrada quando o bloqueio apresentava o valor de  $T_1 = 6\%$ . Após 20 minutos da reversão, a relação  $T_4/T_1$  média era de 0,83 e 0,79 para os que receberam cisatracúrio ou rocurônio, respectivamente<sup>7</sup>. Esse resultado não surpreende, porque os anticolinesterásicos mostram capacidade limitada de antagonizar os BNMA. Se o nível do BNMA na junção mioneural é alto o suficiente, a extensão da recuperação que pode ser induzida é finita.

Considerando todos os fatores que interferem no bloqueio neuromuscular, em sua reversão e avaliação, o bloqueio residual, apesar de ser uma preocupação do anestesista, ainda é assunto que não está adequadamente esclarecido entre esses profissionais. Estudo realizado entre anestesistas da Dinamarca mostrou que 91% subestimaram a incidência de bloqueio residual após BNMA de ação intermediária, 45% sabiam que  $\text{TOF} > 0,9$  exclui bloqueio residual e 13% nunca monitorizavam o grau de bloqueio<sup>11</sup>. No Brasil, 92% dos anestesiológicos consideram o paciente recuperado do bloqueio neuromuscular mediante sinais clínicos, 53% nunca utilizam monitoração da transmissão neuromuscular e 45% empregam a neostigmina de forma rotineira<sup>12</sup>.

A avaliação do bloqueio residual em crianças envolve algumas particularidades e limitações. É difícil reproduzir nas crianças os testes clínicos padronizados para a população adulta, uma vez que para sua execução há necessidade de certo grau de colaboração. A aceleromiografia é um método eficaz para a monitoração da função neuromuscular na população pediátrica<sup>13</sup>. Entretanto, a estimulação do nervo periférico pode ser dolorosa, e não ser tolerada pelo paciente acordado. Além disso, para que a medida registrada através da aceleromiografia seja acurada, o paciente não deve oferecer resistência à contração evocada. É difícil obter esses requisitos em uma população infantil, particularmente na recuperação pós-anestésica. Também deve-se destacar que as alterações fisiológicas do paciente pediátrico respondem por alterações como a fadiga, que é observada na monitoração de crianças com menos de 12 semanas quando submetidas à estimulação tetânica, mesmo na ausência de BNMA, e o prolongamento da duração do bloqueio induzido pelo BNMA nessa faixa etária<sup>14,15</sup>.

Neste estudo, o método utilizado foi desenvolvido com o intuito de se contornarem algumas dessas dificuldades quando se pretende avaliar bloqueio residual em pacientes pediátricos. Embora não haja relato de fadiga à monitoração com a sequência de quatro estímulos em crianças, optamos por selecionar aquelas com mais de 12 semanas, para evitar que alterações fisiológicas interferissem nos resultados. A avaliação do valor da relação  $T_4/T_1$  no momento da decisão da retirada da cânula endotraqueal serviu para contornar a dificuldade de se obterem valores fidedignos do grau de bloqueio residual, através da aceleromiografia, em crianças na recuperação pós-anestésica. A avaliação da intensidade do bloqueio neste momento, com o registro da incidência de crianças que apresentavam valores menores que 0,9, refletiria a incidência de pacientes que estariam sob o risco dos eventos adversos resultantes do bloqueio residual, caso fosse permitida ao anestesiológico a retirada da cânula traqueal. Assim, o registro do tempo necessário para que a função neuromuscular desses pacientes recuperasse o valor  $T_4/T_1 \geq 0,9$  pode ser inferido como medida indireta da duração do bloqueio residual nessas crianças. Quando se avalia a mediana desses tempos na Tabela III, é possível especular que, provavelmente, as crianças que haviam recebido atracúrio, ao serem admitidas na sala de recuperação pós-anestésica, não se enquadrariam no grupo de pacientes com bloqueio residual, pela rápida recuperação do bloqueio para valores de  $T_4/T_1 \geq 0,9$ . Quanto àquelas que receberam rocurônio, provavelmente ainda necessitariam de alguns minutos para atingir a recuperação plena.

A substituição do agente halogenado por um agente venoso, para manter a anestesia até que as crianças recuperassem um valor seguro para a retirada da cânula traqueal, teve como intuito retirar a interferência do anestésico inalatório no tempo de recuperação do bloqueio neuromuscular e manter a criança livre do estresse da presença da cânula endotraqueal<sup>16</sup>.

Em pacientes acordados, a utilização de estímulo com corrente submáxima tem sido justificada pelo fato de ser confiável, além de mais confortável. Estudo realizado em voluntários adultos demonstrou que a estimulação com 20 mA resultou em pontuação 2 na Escala Analógica Visual de dor<sup>17</sup>. Embora as crianças não estivessem acordadas, selecionou-se a aplicação de estímulo com menor intensidade de corrente, porque, além de confiável, a menor intensidade de dor provocada implicaria pouca interferência na recuperação da anestesia.

A incidência de bloqueio neuromuscular residual com os diferentes BNMA tem sido bem descrita na população adulta, na sala de recuperação pós-anestésica. Em crianças, no entanto, os dados são escassos. De maneira geral, as crianças apresentam recuperação mais rápida da função neuromuscular após o uso de BNMA quando comparadas aos adultos<sup>18,19</sup>. Esse efeito resulta da menor potência dos BNMA, da mais rápida recuperação espontânea e da mais rápida recuperação após a reversão do BNMA, observadas no paciente pediátrico<sup>20</sup>. Apesar de estudos demonstrarem que a recuperação do bloqueio neuromuscular adespolarizante é mais rápida nas crianças que nos adultos<sup>9</sup>, os anestesiológicos

devem estar atentos ao bloqueio residual nos pacientes pediátricos.

Ao contrário do presente estudo, Baxter e col.<sup>20</sup> não observaram bloqueio residual após o uso de atracúrio, pancurônio e vecurônio em crianças, em sua maioria entre 2 e 10 anos. A utilização de dose alta de neostigmina em todas as crianças, a monitoração visual ou tátil do bloqueio neuromuscular no intraoperatório e a pesquisa do bloqueio residual na sala de recuperação pós-anestésica podem ter contribuído para explicar o resultado diferente. Também deve-se destacar que o tempo médio entre a reversão do bloqueio neuromuscular e o registro de  $T_4/T_1$  através de mecanomiografia, na sala de recuperação, variou entre 15 e 18 minutos, e esses autores não referem o grau de bloqueio neuromuscular no momento da reversão do bloqueio e da retirada da cânula endotraqueal.

Meretoja e Wirtavuori<sup>14</sup> também estudaram a recuperação da função neuromuscular, após a administração de atracúrio ou alcurônio, em crianças nas quais, 15 minutos antes do final da anestesia, a monitoração através de eletromiografia era ocultada do anestesista, que passava a tomar as decisões levando em conta os dados clínicos. Todas as crianças receberam  $50 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  de neostigmina para reversão do bloqueio neuromuscular. No grupo que recebeu atracúrio, o tempo médio de recuperação de  $T_4/T_1 \geq 0,9$  após a reversão foi de 10 minutos, o valor médio de  $T_4/T_1$  no momento da retirada da cânula endotraqueal igual a  $0,51 \pm 0,18$  e, na chegada à sala de recuperação pós-anestésica, era inferior a 0,9 ( $0,81 \pm 0,14$ )<sup>10</sup>. Neste estudo, o valor médio de  $T_1$  no momento da reversão do bloqueio era de 81,6%, o que corresponde a duas ou três respostas à SQE, parâmetro avaliado em nosso estudo.

Comparando esses dados com nosso estudo, o menor tempo que registramos para a recuperação de  $T_4/T_1 \geq 0,9$  após a injeção da neostigmina pode ser explicado pelo fato de a reversão ter sido realizada na vigência de maior grau de recuperação do bloqueio neuromuscular. A incidência de pacientes com  $T_4/T_1 < 0,9$  no momento da extubação quando essa decisão é fundamentada em critérios clínicos também foi menor neste estudo. A opção pela retirada precoce da cânula endotraqueal quando essa decisão é fundamentada em dados clínicos poderia ser atribuída ao fato de o critério clínico, nesse momento, ser determinado exclusivamente pela atividade ventilatória do paciente, e sabe-se que a recuperação da musculatura diafragmática é mais precoce que a recuperação da musculatura da mão.

Monitorar a função neuromuscular é importante não apenas para evitar bloqueio residual e suas consequências, mas também porque evita a reversão desnecessária e seus possíveis efeitos deletérios. Neste estudo, foi frequente a reversão do bloqueio em pacientes que já apresentavam  $T_4/T_1 \geq 0,9$ , especialmente no grupo rocurônio, embora sem diferença estatisticamente significativa.

Após a reversão, o tempo para a recuperação da função neuromuscular foi igual para ambos os grupos. Um número considerável de pacientes teve o bloqueio neuromuscular revertido de maneira incorreta, quando o blo-

queio ainda era profundo demais ou mesmo já estava recuperado.

No momento da decisão da retirada da cânula endotraqueal através de critérios clínicos, 10% das crianças apresentavam  $T_4/T_1 < 0,9$ , independentemente do BNMA recebido.

## REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Kopman AF, Eikermann M – Antagonism of non-despolarising neuromuscular block: current practice. *Anaesthesia*, 2009;64(Suppl 1):22-30.
2. Beaussier M, Boughaba MA – Curarisation résiduelle. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2005;24:1266-1274.
3. Murphy GS – Residual neuromuscular blockade: incidence, assessment, and relevance in the postoperative period. *Minerva Anestesiol*, 2006;72:97-109.
4. Eikermann M, Gerwig M, Hasselmann C et al. – Impaired neuromuscular transmission after recovery of the train-of-four ratio. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2007;51:226-234.
5. Eikermann M, Fassbender P, Malhotra A et al. – Unwarranted administration of acetylcholinesterase inhibitors can impair genioglossus and diaphragm muscle function. *Anesthesiology*, 2007;107:621-629.
6. Viby-Mogensen J, Chraemmer JB, Ording H – Residual curarization in the recovery room. *Anesthesiology*, 1979;50:539-541.
7. Kopman AF, Kopman DJ, Ng J et al. – Antagonism of profound cisatracurium and rocuronium block: the role of objective assessment of neuromuscular function. *J Clin Anesth*, 2005;17:30-35.
8. Kopman AF – Neuromuscular blocking agents: new insights and old controversies. *Sem Anesth Perioperat Med Pain*, 2002;21:75-85.
9. Bevan JC, Collins L, Fowler C et al. – Early and late reversal of rocuronium and vecuronium with neostigmine in adults and children. *Anesth Analg*, 1999;89:333-339.
10. Meretoja OA, Gebert R – Postoperative neuromuscular block following atracurium or alcuronium in children. *Can J Anaesth*, 1990;37:743-746.
11. Sorgenfrei IF, Viby-Mogensen J, Swiatek SA – Fører evidens til ændret klinisk praksis? Danske anæstesi-lægers og anæstesi-læjerskers kliniske praksis og viden om postoperativ restkurarisering. *Ugeskr Læger*, 2005;167:3878-3882.
12. Almeida MCS – O uso de bloqueadores neuromusculares no Brasil. *Rev Bras Anestesiol*, 2004;54:850-864.
13. Saldien V, Vermeyen KM – Neuromuscular transmission monitoring in children. *Pediatr Anesth*, 2004;14:289-292.
14. Meretoja OA, Wirtavuori K – Influence of age on the dose-response relationship of atracurium in paediatric patients. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1988;32:614-618.
15. Rapp HJ, Altenmueller CA, Waschke C – Neuromuscular recovery following rocuronium bromide single dose in infants. *Pediatr Anesth*, 2004;14:329-335.
16. Reid JE, Breslin DS, Mirakhor RK et al. – Neostigmine antagonism of rocuronium block during anesthesia with sevoflurane, isoflurane or propofol. *Can J Anesth*, 2001;48:351-355.
17. Brull SJ, Ehrenwerth J, Silverman DG – Stimulation with submaximal current for train-of-four monitoring. *Anesthesiology*, 1990;72:629-632.
18. Bevan DR, Kahwaji R, Ansermino JM et al. – Residual block after mivacurium with or without edrophonium reversal in adults and children. *Anesthesiology*, 1996;84:362-367.
19. Brandom BW, Woelfel SK, Cook DR et al. – Clinical pharmacology of atracurium in infants. *Anesth Analg*, 1984;63:309-312.
20. Baxter MRN, Bevan JC, Samuel JMB et al. – Postoperative neuromuscular function in pediatric day-care patients. *Anesth Analg*, 1991;72:504-508.

---

**Resumen:** Souza CM, Tardelli MA, Romero FE – Evaluación del Bloqueo Neuromuscular en Niños al Momento de la Reversión del Bloqueo y de la Retirada de la Cânula Endotraqueal.

**Justificativa y objetivos:** Algunos estudios demuestran la importancia de la monitorización de la función neuromuscular en la prevención del bloqueo residual. Sin embargo, la mayoría de los anestesiólogos en su práctica diaria, se basa en datos clínicos para evaluar la recuperación de la función neuromuscular. El objetivo de este estudio fue evaluar el grado de bloqueo neuromuscular en niños sometidos a la anestesia general, en el momento de la reversión del bloqueo y de la retirada de la cânula endotraqueal.

**Método:** Se evaluaron niños entre 3 meses y 12 años, sometidos a la anestesia general con el uso de atracurio o rocuronio. La monitorización se inició al momento de la reversión del bloqueo neuromuscular y/o retirada de la cânula endotraqueal. El anestesiólogo no conocía el valor de  $T_4/T_1$ ; apenas se le avisaba cuando el momento no era el adecuado para la retirada de la cânula endotraqueal. Se registró el grado de bloqueo neuromuscular desde el inicio de la monitorización, como también el intervalo para la recuperación de la relación  $T_4/T_1 < 0,9$ , dosis de bloqueante y neostigmina utilizadas, fracción expirada del agente inhalatorio, duración de la anestesia, temperatura central y periférica.

**Resultados:** El bloqueo neuromuscular fue revertido en un 80% de los niños en el Grupo Rocuronio y en un 64,5% en el Grupo Atracurio. La reversión fue incorrecta en un 45,8 % del Grupo Rocuronio y en un 25% del Grupo Atracurio. La incidencia de  $T_4/T_1 < 0,9$  al momento de la retirada de la cânula endotraqueal fue de un 10% en los dos grupos.

**Conclusiones:** En la toma de decisión de la retirada de la cânula endotraqueal, en base a los criterios clínicos, el 10% de los niños presentaron  $T_4/T_1 < 0,9$ , independientemente del bloqueante recibido. Un número considerable de pacientes tuvo el bloqueo neuromuscular revertido de manera incorrecta, cuando el bloqueo todavía era muy profundo o incluso cuando ya se había recuperado.

**Descriptor:** ANESTESIA, General; BLOQUEADORES NEUROMUSCULARES: atracurio, rocurônio; CIRUGÍA, Pediátrica; INTUBAÇÃO TRAQUEAL; MONITORIZAÇÃO: função neuromuscular.