

Evaluación del Bloqueo Neuromuscular en Niños al Momento de la Reversión del Bloqueo y de la Retirada de la Cánula Endotraqueal

Camila Machado de Souza, TSA ¹, Fernanda Elizabeth Romero, TSA ¹, Maria Angela Tardelli, TSA ²

Resumen: Souza CM, Romero FE, Tardelli MA – Evaluación del Bloqueo Neuromuscular en Niños al Momento de la Reversión del Bloqueo y de la Retirada de la Cánula 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 cánula 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 cánula 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 cánula endotraqueal. Se registró el grado de bloqueo neuromuscular desde el inicio de la monitorización, como también el intervalo para la recuperación de la relación $T_4/T_1 \geq 0,9$, 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 cánula endotraqueal fue de un 10% en los dos grupos.

Conclusiones: En la toma de decisión de la retirada de la cánula 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.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(2): 78-83] ©Elsevier Editora Ltda.

INTRODUCCIÓN

El bloqueo neuromuscular residual es una de las principales complicaciones relacionadas con el uso de bloqueantes neuromusculares adespolarizantes (BNMA) durante la anestesia. Entre los efectos adversos del bloqueo residual, están el riesgo de regurgitación y aspiración del contenido gástrico, la respuesta ventilatoria a la hipoxia perjudicada, la obstrucción de las vías aéreas superiores y la disminución de la capacidad vital forzada ¹. Diversos estudios muestran la importancia de la monitorización objetiva de la función neuromuscular para prevenir

el bloqueo residual. Sin embargo, la mayoría de los anestesiólogos en su práctica diaria, se basa apenas en datos clínicos que son subjetivos para evaluar la recuperación de la función neuromuscular.

Una forma de evitar los eventos adversos del bloqueo residual es la reversión del bloqueo neuromuscular antes de la retirada de la cánula endotraqueal. Los autores dicen que si falta la monitorización del grado de bloqueo neuromuscular, debemos implementar como método de rutina, el antagonismo del bloqueo debido a la imprevisibilidad de su recuperación espontánea ^{2,3}. Pero las medicaciones utilizadas con ese fin no están exentas de efectos colaterales. Sumémosle a eso el hecho de que la reversión farmacológica del bloqueo no siempre es efectiva, pues trae consigo un mecanismo competitivo con los BNMA ¹.

La incidencia de bloqueo residual en los adultos en la sala de recuperación anestésica, ha sido bien documentada, pero pocos datos están disponibles sobre la misma situación en niños, en razón de las dificultades inherentes a la monitorización objetiva en ese grupo etario.

La finalidad de este estudio fue evaluar de forma objetiva, y por medio de la aceleromiografía, la intensidad del bloqueo neuromuscular en niños sometidos a la anestesia general al momento de la decisión de la reversión del bloqueo y de la decisión de la retirada de la cánula endotraqueal.

Recibido de la Asignatura de Anestesiología, Dolor y Medicina Intensiva de la Universidad Federal de São Paulo (UNIFESP), Brasil.

1. Médica-Asistente de la Asignatura de Anestesiología, Dolor y Medicina Intensiva de la UNIFESP

2. Profesora Adjunta de la Asignatura de Anestesiología, Dolor y Medicina Intensiva de la UNIFESP

Artículo sometido el 31 de mayo de 2009.

Aprobado para su publicación el 13 de diciembre de 2010.

Dirección para correspondencia:

Dra. Camila Machado de Souza

Disciplina de Anestesiología, Dor e Medicina Intensiva de la UNIFESP

Rua Napoleão de Barros, 715, 5º andar

Vila Clementino

04024002 – São Paulo, SP, Brasil

E-mail: cmdesouza@uol.com.br

MÉTODO

El estudio fue sometido a la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Universidad Federal de São Paulo. Se evaluaron niños entre 3 meses y 12 años, sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general con el uso de fentanil, propofol, isoflurano, atracurio o rocuronio. La monitorización de la función neuromuscular solo se hacía al final del procedimiento quirúrgico, a través de la aceleromiografía con la estimulación del nervio cubital, utilizando la secuencia de cuatro estímulos (SQE) con corriente de 20 mA. La intensidad del bloqueo neuromuscular fue registrada a partir del momento de la decisión de reversión del bloqueo neuromuscular o de la decisión de retirada de la cánula endotraqueal, cuando el anestesiólogo optaba por la no reversión del bloqueo. Además de eso, también se registró el intervalo para la recuperación de $T_4/T_1 \geq 0,9$ a partir de ese momento, y de la dosis total de BNMA utilizada durante el procedimiento, de la temperatura central y periférica y de la dosis total de neostigmina, cuando se usó. Se tuvieron en cuenta la "reversión incorrecta", y las situaciones en que el uso de la neostigmina no era necesario (presencia de relación $T_4/T_1 \geq 0,9$) o sería ineficiente (recuperación del bloqueo neuromuscular con menos de 2 respuestas a la secuencia de cuatro estímulos) ^{4,5}.

El anestesiólogo conocía los objetivos del estudio y no tenía acceso a los datos obtenidos en la aceleromiografía a partir de la monitorización de la función neuromuscular. Todas las decisiones relacionadas con la utilización del BNMA (dosis, intervalo de administración y reversión del bloqueo), fueron tomadas por el anestesiólogo responsable de la anestesia, sin ninguna interferencia por parte del investigador, y se basaron en criterios clínicos, secundando su práctica clínica habitual. El investigador solo le informaba al anestesiólogo el valor de T_4/T_1 , en el caso de que ese fuese inferior a 0,9 al momento de tomar la decisión de retirar la cánula traqueal. En ese caso, el paciente permanecía intubado y el agente inhalatorio, si todavía lo estuviese usando, se desconectaba mientras se esperaba la recuperación de T_4/T_1 para el valor $\geq 0,9$. En ese período, la hipnosis se mantuvo con propofol en bolos, según la necesidad.

Las variables cualitativas fueron descritas como número (n) y porcentaje (%), mientras que las cuantitativas fueron expresadas por medio de medidas de posición: mediana, 1º cuartil (Q1), 3º cuartil (Q3) y los valores de mínimo y máximo. La comparación de las variables cualitativas se hizo por medio del test del Xi-Cuadrado y del test de Fisher. Para las variables cuantitativas, se usó el test de Mann-Whitney. Se tuvo en cuenta la estadística significativa de los resultados que obtuvieron un valor de p inferior al 5% ($p < 0,05$). Todo el análisis estadístico fue realizado en el software SPSS 16.0 para Windows.

RESULTADOS

Los datos demográficos de los dos grupos fueron similares, conforme a lo representado en la Tabla I.

Tabla I – Datos Demográficos de Acuerdo con el Grupo

	Rocuronio (n = 30)	Atracurio (n = 31)	p
Edad (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	
Sexo			0,344
Masculino	20 (66,7%)	17 (54,8%)	
Femenino	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%)	

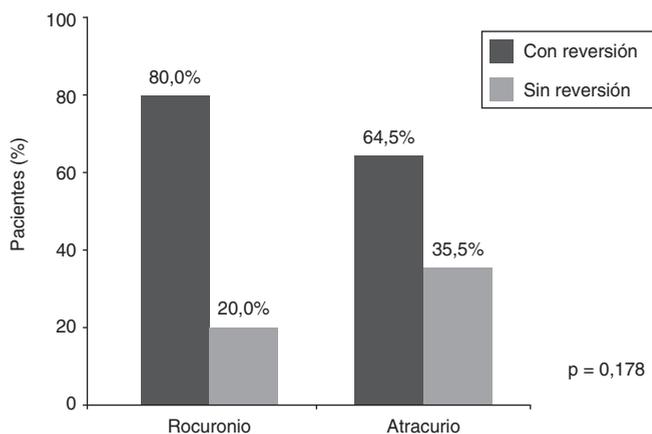


Figura 1 – Distribución de la Decisión de Reversión de Acuerdo con el Grupo.

El bloqueo neuromuscular fue revertido con neostigmina al final del procedimiento en un 80% (n = 24) de los niños en el Grupo Rocuronio y en un 64,5% (n = 20) en el Grupo Atracurio ($p = 0,178$), como muestra la Figura 1.

Entre los niños que alcanzaron el bloqueo revertido (n = 44), la reversión fue incorrecta en un 45,8% del Grupo Rocuronio y un 25% del Grupo Atracurio ($p = 0,153$). La dosis de neostigmina utilizada fue similar en los dos grupos (Tabla II). La mediana del valor de T_4/T_1 al momento de la reversión fue de 0,8 en el Grupo Rocuronio y de 0,7 en el Grupo Atracurio. La mediana del tiempo para recuperación del bloqueo ($T_4/T_1 \geq 0,9$) posterior a la reversión fue de 4 minutos en el Grupo Rocuronio y de 5 minutos en el Grupo Atracurio. No hubo diferencia de las temperaturas central y periférica entre los dos grupos (Tabla II). La Figura 2 muestra la Distribución de los valores de SQE en el momento de la reversión en los dos grupos. Entre esos niños, 40 recibieron isoflurano durante el mantenimiento de la anestesia, y el valor promedio

Tabla II – Decisión de Reversión del Bloqueo Neuromuscular de Acuerdo con el Grupo

	Rocuronio (n = 24)	Atracurio (n = 20)	p
Decisión de reversión			
Correcta	13 (54,2%)	15 (75,0%)	0,153
Incorrecta	11 (45,8%)	5 (25,0%)	
SQE en la reversión incorrecta			
$T_4/T_1 \geq 0,9$	10 (41,7%)	4 (20,0%)	0,124
SQE < 2 respuestas	1 (4,2%)	1 (5,0%)	
Dosis de neostigmina (mg.kg ⁻¹)			
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	
Tiempo 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	
Dosis total de BNM (mg.kg ⁻¹)			
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° cuartil; Q3 – 3° cuartil.

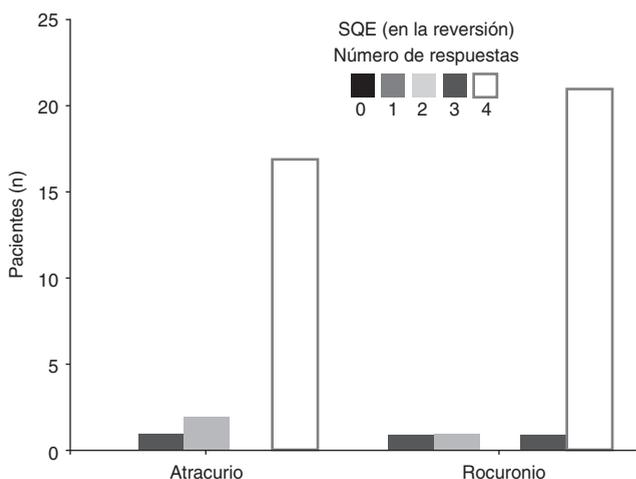


Figura 2 – Distribución de los Valores de SQE en la Reversión de Acuerdo con el Grupo.

de la fracción expirada del halogenado fue de $1,0 \pm 0,24$ en el Grupo Rocuronio y de $0,94 \pm 0,19$ en el Grupo Atracurio ($p < 0,05$) al momento de la reversión. Dos niños en el Grupo Atracurio y uno en el Grupo Rocuronio recibieron sevoflurano durante el mantenimiento, y los valores de la fracción expirada de halogenado al momento de la reversión en esos casos fueron respectivamente, 1,1% y 1,6% en el Grupo Atracurio, y 1% en el Grupo Rocuronio. Un niño en el Grupo Rocuronio recibió anestesia venosa total.

Al momento de la decisión de la retirada de la cánula endotraqueal, tres niños en cada uno de los grupos presentaban $T_4/T_1 < 0,9$. La mediana del tiempo para la recuperación de

la relación $T_4/T_1 \geq 0,9$ a partir del momento de la decisión de la retirada de la cánula endotraqueal fue de 16 minutos en el Grupo Rocuronio y de 5 minutos en el Grupo Atracurio. Esos niños habían recibido isoflurano en el mantenimiento de la anestesia. Pero los valores de la fracción expirada del halogenado al momento de la decisión de la retirada de la cánula endotraqueal no se registraron. Los demás datos sobre esos pacientes están representados en la Tabla III.

Con excepción de un niño del Grupo Atracurio, todos los demás que presentaban $T_4/T_1 < 0,9$ al momento de la decisión de la extubación, se sometieron a la reversión del bloqueo neuromuscular con una dosis promedio de neostigmina de $0,032 \pm 0,02$ mg.kg⁻¹. El grado de bloqueo al momento de la reversión varió mucho entre los niños sometidos a ella, e incluso con esa reversión, presentaban $T_4/T_1 < 0,9$ cuando se desentubaron. Los valores encontrados al momento de la reversión fueron 0 respuestas, 2 respuestas y 4 respuestas en el Grupo Rocuronio, y 2 respuestas y $T_4/T_1 = 0,27$ en el Grupo Atracurio. Los intervalos entre la reversión y la decisión de extubación fueron, respectivamente, 5 minutos, 7 minutos y 61 minutos en el Grupo Rocuronio y 3 minutos y 6 minutos en el Grupo Atracurio.

DISCUSIÓN

Este estudio fue diseñado para evaluar la intensidad del bloqueo neuromuscular al momento de la administración de la neostigmina y/o en el momento de la retirada de la cánula endotraqueal en niños sometidos a la anestesia general, en que se usó el rocuronio o el atracurio, sin la monitorización de la función neuromuscular.

El bloqueo residual al final del procedimiento quirúrgico es un asunto que hace mucho tiempo ha venido preocupando a los anestesiólogos⁶. Una adecuada recuperación de la función neuromuscular, ha sido generalmente definida como la habilidad del paciente de mantener la función ventilatoria satisfactoria y las vías aéreas libres. Y ya que es difícil utilizar los test de función pulmonar que evalúan esos objetivos, tales como la capacidad vital y la ventilación voluntaria máxima en la práctica clínica, otros test se aplican como substitutos. La fatiga en la relación T_4/T_1 fue el primero sugerido para la medida del grado de bloqueo neuromuscular y seguidamente, sus valores se relacionaron con las pruebas de función pulmonar⁶.

Los estudios demuestran que la relación $T_4/T_1 < 0,9$ está asociada al empeoramiento de la respuesta ventilatoria a la hipoxia y de la función de los músculos de la faringe y del esfínter esofágico superior, predisponiendo la aspiración pulmonar y las complicaciones ventilatorias^{1,7}.

El uso de rutina de la monitorización de la función neuromuscular, reduce la incidencia de bloqueo residual³. Pero existe la necesidad de utilizar la monitorización, que, objetivamente, cuantifica el grado de bloqueo neuromuscular, particularmente en su fase final de recuperación, porque es muy difícil estimar visual o manualmente el valor de la relación T_4/T_1 que, con seguridad, es suficiente para excluir el bloqueo residual⁸. Por lo tanto, si no tenemos una monitorización confiable, el bloqueo neuromuscular ha sido revertido como de rutina.

La reversión de rutina del bloqueo neuromuscular al final de la anestesia tampoco es una garantía de la función neuromuscular reestablecida al momento de la retirada de la cánula endotraqueal. En nuestro estudio, casi todos los niños que presentaban $T_4/T_1 < 0,9$ al momento de la extubación, habían recibido una dosis promedio de $0,03 \text{ mg.kg}^{-1}$ de neostigmina para la reversión del bloqueo. El retorno de la función neuromuscular después de la administración de la neostigmina es la suma de la recuperación espontánea del bloqueo neuromuscular y de su aceleración por el anticolinesterásico. Así, la velocidad de restauración de la función neuromuscular después de la administración de la neostigmina está afectada por la intensidad del bloqueo al momento de la reversión y por la dosis administrada del anticolinesterásico^{1,8-10}. Cuando se realiza la reversión durante el bloqueo neuromuscular profundo, o sea, si no tenemos ninguna respuesta muscular detectable a la estimulación indirecta, la relación T_4/T_1 recupera el valor 0,4 bastante rápido. Pese a eso, la recuperación de $T_4/T_1 > 0,7$ no se da tan rápidamente. El intento de revertir el bloqueo profundo resulta en una ventana prolongada de vulnerabilidad en que el paciente puede estar inadecuadamente recuperado y el anestesiólogo confía en que la reversión fue exitosa⁸. Corroborando esos datos, un estudio demostró que, en 40 adultos que recibieron rocuronio o cisatracurio, apenas uno en cada grupo presentaba $\text{TOF} \geq 0,9$ después de 15 minutos de la reversión con $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$ de neostigmina administrada cuando el bloqueo alcanzaba el valor de $T_1 = 6\%$. Después de 20 minutos de la reversión, la relación T_4/T_1 promedio era de 0,83 y 0,79 para los que recibieron cisatracurio o rocuronio, respectivamente⁷. Ese resultado no nos sorprende, porque los anticolinesterásicos muestran una capacidad limitada de antagonizar los BNMA. Si el nivel del BNMA en la unión mioneural es lo suficientemente alto, la extensión de la recuperación que puede ser inducida es finita.

Considerando todos los factores que interfieren en el bloqueo neuromuscular, en su reversión y evaluación, el bloqueo residual, a pesar de ser una preocupación del anestesiista, todavía es un asunto que no está totalmente aclarado entre esos profesionales. Un estudio realizado entre los anestesisistas de Dinamarca mostró que 91% subestimaron la incidencia de cura residual después del BNMA de acción intermedia, 45% sabían que $\text{TOF} > 0,9$ excluye la cura residual y un 13% nunca monitorizaban el grado de bloqueo¹¹. En Brasil, 92% de los anestesiólogos consideran el paciente recuperado del bloqueo neuromuscular mediante las señales clínicas, un 53% nunca utilizan la monitorización de la transmisión neuromuscular y un 45% usan la neostigmina como rutina¹².

La evaluación del bloqueo residual en niños, trae consigo algunas particularidades y limitaciones. Es difícil reproducir en los niños los test clínicos estándares para la población adulta, una vez que, para su ejecución, existe la necesidad de un cierto grado de colaboración. La aceleromiografía es un método eficaz para la monitorización de la función neuromuscular en la población pediátrica¹³. Sin embargo, la estimulación del nervio periférico puede ser dolorosa, y no ser tolerada por el paciente que está despierto. Además, para que la medida registrada a través de la aceleromiografía sea pre-

Tabla III – Datos de los pacientes con $T_4/T_1 < 0,9$ en la decisión de extubación

	Rocuronio (n = 3)	Atracurio (n = 3)
T_4/T_1 en la extubación		
Mediana	0,58	0,56
Mínimo-máximo	0,17-0,78	0,37-0,63
Tiempo para $T_4/T_1 \geq 0,9$ (min)		
Mediana	16	5
mínimo-máximo	3-26	3-12
Edad (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
Dosis total de BNM (mg.kg^{-1})		
Mediana	1,7	0,52
Mínimo-máximo	1-2,83	0,47-0,53
Dosis de neostigmina (mg.kg^{-1})		
Mediana	0,03	0,03
Mínimo-máximo	0,07-0,02	0,04-0,02
Duración de la anestesia (min)		
Mediana	185	71
Mínimo-máximo	185-412	65-80

cisa, el paciente no debe ofrecer resistencia a la contracción evocada. Es difícil obtener esos requisitos en una población infantil, particularmente en la recuperación postanestésica. También debemos destacar que las alteraciones fisiológicas del paciente pediátrico responden por alteraciones como el cansancio, que se observa en la monitorización de niños con menos de 12 semanas cuando están sometidos a la estimulación tetánica, incluso sin el BNMA, y el prolongamiento de la duración del bloqueo inducido por el BNMA en esa franja etaria ^{14,15}.

En este estudio, el método utilizado fue desarrollado con el objetivo de sortear algunas de esas dificultades cuando se pretende evaluar el bloqueo residual en pacientes pediátricos. Aunque no exista un relato de fatiga en la monitorización con la secuencia de cuatro estímulos en niños, optamos por seleccionar los que tenían más de 12 semanas para evitar que las alteraciones fisiológicas interfiriesen en los resultados. La evaluación del valor de la relación T_4/T_1 al momento de la decisión de la retirada de la cánula endotraqueal sirvió para sortear la dificultad al obtener valores fidedignos del grado de bloqueo residual a través de la aceleromiografía en niños en la recuperación postanestésica. La evaluación de la intensidad del bloqueo en este momento, con el registro de la incidencia de niños que presentaban valores menores que 0,9, sería el reflejo de la incidencia de pacientes que estarían corriendo el riesgo de los eventos adversos resultantes del bloqueo residual, en el caso de que se le permitiese al anestesiólogo la retirada de la cánula traqueal. Así, el registro del tiempo necesario para que la función neuromuscular de esos pacientes recuperase el valor $T_4/T_1 \geq 0,9$ puede ser visto como la medida indirecta de la duración del bloqueo residual en esos niños. Cuando se evalúa la mediana de esos tiempos en la Tabla III, es posible especular que tal vez, los niños que habían recibido el atracurio, al llegar a la sala de recuperación postanestésica, no se encuadrarían en el grupo de pacientes con bloqueo residual, por la rápida recuperación del bloqueo para valores de $T_4/T_1 \geq 0,9$. En cuanto a los que recibieron rocuronio, probablemente necesitarían algunos minutos para alcanzar la plena recuperación.

La sustitución del agente halogenado por un agente venoso, para mantener la anestesia hasta que los niños recuperasen un valor seguro para la retirada de la cánula traqueal, fue con el fin de retirar la interferencia del anestésico inhalatorio en el tiempo de recuperación del bloqueo neuromuscular, y mantener al niño libre del estrés que la cánula endotraqueal genera¹⁶.

En los pacientes despiertos, la utilización del estímulo con corriente submáxima ha sido justificada por el hecho de ser algo confiable, como también un procedimiento cómodo. Un estudio realizado en voluntarios adultos demostró que la estimulación con 20 mA mostró una puntuación 2 en la Escala Analógica Visual de Dolor ¹⁷. Aunque los niños no estuviesen despiertos, se seleccionó la aplicación de estímulo con menor intensidad de corriente porque, además de ser un procedimiento confiable, la menor intensidad de dolor provocada implicaría en una poca interferencia en la recuperación de la anestesia.

La incidencia de bloqueo neuromuscular residual con los diferentes BNMA, ha sido muy bien descrita en la población adulta, en la sala de recuperación postanestésica. En los niños sin embargo, los datos son escasos. De manera general, los niños presentan una recuperación más rápida de la función neuromuscular después del uso de BNMA cuando se les compara a los adultos ^{18,19}. Ese efecto es el resultado de la menor potencia de los BNMA, de una más rápida recuperación espontánea y de la recuperación más rápida después de la reversión del BNMA, observadas en el paciente pediátrico ²⁰. A pesar de que los estudios demuestren que la recuperación del bloqueo neuromuscular no polarizador es más rápida en los niños que en los adultos ⁹, los anestesiólogos deben estar atentos al bloqueo residual en los pacientes pediátricos.

Al contrario de lo que muestra el presente estudio, Baxter y col. ²⁰ no observaron bloqueo residual después del uso del atracurio, pancuronio y vecuronio en niños, en su mayoría entre 2 y 10 años. La utilización de una alta dosis de neostigmina en todos los niños, la monitorización visual o táctil del bloqueo neuromuscular en el intraoperatorio y la investigación del bloqueo residual en la sala de recuperación postanestésica, pueden haber contribuido para explicar el resultado diferente. También debemos destacar que el tiempo promedio entre la reversión del bloqueo neuromuscular y el registro de T_4/T_1 a través de mecanomiografía en la sala de recuperación, varió entre 15 y 18 minutos, y que esos autores no refieren el grado de bloqueo neuromuscular al momento de la reversión del bloqueo y de la retirada de la cánula endotraqueal.

Meretoja y Wirtavuori ¹⁴ también estudiaron la recuperación de la función neuromuscular después de la administración del atracurio o alcuronio en niños en que, 15 minutos antes del final de la anestesia, la monitorización a través de la electromiografía se le ocultaba al anestesista, que tomaba las decisiones teniendo en cuenta solamente los datos clínicos. Todos los niños recibieron $50 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de neostigmina para la reversión del bloqueo neuromuscular. En el grupo que recibió el atracurio, el tiempo promedio de recuperación de $T_4/T_1 \geq 0,9$ después de la reversión fue de 10 minutos, el valor promedio de T_4/T_1 al momento de la retirada de la cánula endotraqueal igual a $0,51 \pm 0,18$ y cuando llegó a la sala de recuperación postanestésica, era inferior a 0,9 ($0,81 \pm 0,14$) ¹⁰. En este estudio, el valor promedio de T_1 al momento de la reversión del bloqueo era de un 81,6%, lo que corresponde a dos o tres respuestas a la SQE, parámetro evaluado en nuestro estudio.

Comparando esos datos con nuestro estudio, el menor tiempo que registramos para la recuperación de $T_4/T_1 \geq 0,9$ después de la inyección de la neostigmina puede ser explicado por el hecho de que la reversión haya sido realizada durante un mayor grado de recuperación del bloqueo neuromuscular. La incidencia de pacientes con $T_4/T_1 < 0,9$ al momento de la extubación, cuando esa decisión está fundamentada en criterios clínicos, también fue menor en este estudio. La opción por la retirada rápida de la cánula endotraqueal cuando esa decisión está fundamentada en datos clínicos, podría ser atribuida al hecho de que el criterio clínico

en ese momento, esté determinado, exclusivamente, por la actividad ventilatoria del paciente y sabemos que la recuperación de la musculatura diafragmática es más rápida que la recuperación de la musculatura de la mano.

Monitorizar la función neuromuscular es importante no solo para evitar el bloqueo residual y sus consecuencias, sino también porque evita la reversión innecesaria y sus posibles efectos perjudiciales. En este estudio, fue frecuente la reversión del bloqueo en pacientes que ya presentaban $T_4/T_1 \geq 0,9$, especialmente en el grupo rocuronio, aunque sin diferencia estadísticamente significativa.

Después de la reversión, el tiempo para la recuperación de la función neuromuscular fue igual para los dos grupos. Un considerable número de pacientes tuvo el bloqueo neuromuscular revertido de manera incorrecta, cuando el bloqueo todavía era demasiado profundo o incluso cuando ya estaba recuperado.

Al momento de la decisión de la retirada de la cánula endotraqueal a través de criterios clínicos, el 10% de los niños presentaban $T_4/T_1 < 0,9$, independientemente del BNMA recibido.

REFERENCIAS

01. Kopman AF, Eikermann M – Antagonism of non-despolarising neuromuscular block: current practice. *Anaesthesia*, 2009;64(Suppl 1):22-30.
02. Beaussier M, Boughaba MA – Curarisation résiduelle. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2005;24:1266-1274.
03. Murphy GS – Residual neuromuscular blockade: incidence, assessment, and relevance in the postoperative period. *Minerva Anesthesiol*, 2006;72:97-109.
04. 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.
05. 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.
06. Viby-Mogensen J, Chraemmer JB, Ording H – Residual curarization in the recovery room. *Anesthesiology*, 1979;50:539-541.
07. 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.
08. Kopman AF – Neuromuscular blocking agents: new insights and old controversies. *Sem Anesth Perioperat Med Pain*, 2002;21:75-85.
09. 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-plejerskers 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 Anestesiologia*, 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.