

Zastosowanie sugammadeksu do odwracania bloku nerwowo-mięśniowego wywołanego wekuronium po operacjach wewnątrzczaszkowych

The use of sugammadex for the reversal of vecuronium-induced neuromuscular block following intracranial surgery

Zbigniew Karwacki, Seweryn Niewiadomski, Marta Rzaska

Zakład Neuroanestezjologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

Abstract

Background: Total intravenous anaesthesia with propofol and remifentanyl is widely used in neuroanaesthesiology and enables the quick recovery and early neurological assessment of patients. The administration of muscle relaxants carries a risk of residual relaxation following surgery. The administration of a suitable dose of sugammadex reverses the neuromuscular block irrespective of its depth and has none of the side effects associated with acetylcholinesterase inhibitors. The aim of the present study was to evaluate the usefulness of sugammadex for the reversal of vecuronium-induced effects following intracranial surgery.

Methods: The study involved 38 women who underwent supratentorial tumour removal. These women were randomly divided into two groups. Total intravenous anaesthesia with propofol and remifentanyl using target-controlled infusion was administered according to the Schnider and Minto models, respectively. Endotracheal intubation was performed after the target concentrations of propofol and remifentanyl reached $4 \mu\text{g mL}^{-1}$ and 4 ng mL^{-1} , respectively. Vecuronium ($100 \mu\text{g kg}^{-1}$) was administered, and no response to TOF stimulation was observed. Relaxation was continued via the continuous infusion of vecuronium ($0.8\text{--}1.2 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) to provide a TOF of 2 throughout the surgery. In group I, neuromuscular conduction was restored with intravenous sugammadex (2 mg kg^{-1}), whereas in group II, no reversal agents were administered.

Results: The times of the return of spontaneous breathing, extubation, eye opening (both spontaneous and in response to a verbal command) were found to be longer in group II than group I.

Conclusion: The use of sugammadex following craniotomy accelerates the achievement of optimal extubation conditions.

Key words: neuromuscular block, reversal agent, sugammadex, craniotomy, target-controlled infusion

Słowa kluczowe: blokada nerwowo-mięśniowa, odwracanie, sugammadeks; kraniotomia; docelowa infuzja kontrolowana

Anestezjologia Intensywna Terapia 2015, tom XLVII, nr 4, 308–313

Należy cytować angielską wersję: Karwacki Z, Niewiadomski S, Rzaska M: The use of sugammadex for the reversal of vecuronium-induced neuromuscular block following intracranial surgery. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2015; 47: 297–302. 10.5603/AIT.2015.0042.

Znieczulenie całkowicie dożylnie z użyciem propofolu i remifentanylu jest szeroko stosowane w neuroanestezjologii, pozwala na szybkie wybudzenie i wczesną ocenę neurologiczną chorego [1, 2].

Podawanie środków zwiotczających niesie za sobą ryzyko resztkowego zwiotczenia po zabiegu operacyjnym. Resztkowa kuraryzacja obniża wrażliwość chemoreceptorów i odpowiedź wentylacyjną na hipoksję, zmniejsza napięcie mięśni krtani i gardła, a tym samym zwiększa ryzyko aspiracji i powikłań płucnych [3, 4]. Jest to szczególnie niebezpieczne u osób z patologią ośrodkowego układu nerwowego, u których świadomość i odruchy obronne mogą być upośledzone w wyniku rozwoju choroby zasadniczej lub w następstwie interwencji neurochirurgicznej. Sugammadeks podany w odpowiedniej dawce pozwala na odwrócenie bloku nerwowo-mięśniowego niezależnie od jego głębokości, jego stosowanie jest pozbawione efektów ubocznych związanych z użyciem inhibitorów acetylocholinesterazy [5].

Celem pracy była próba oceny przydatności sugammadeksu do odwracania działania wekuronium po zabiegach wewnątrzczaszkowych.

METODYKA

Projekt badania uzyskał akceptację Niezależnej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym. Badaniu poddano 38 kobiet, poddanych operacji usunięcia nadnamiotowego procesu rozrostowego, które podzielono losowo na dwie liczące po 19 przypadków grupy. Kryteria wykluczenia obejmowały otyłość, choroby sercowo-naczyniowe, cukrzycę, niewydolność nerek i wątroby.

Czterdzieści pięć minut przed rozpoczęciem znieczulenia chore otrzymywały w doustnej premedykacji 0,2 mg kg^{-1} midazolamu. Indukcję i podtrzymanie znieczulenia przeprowadzono metodą anestezji całkowicie dożylnej w konwencji docelowej infuzji kontrolowanej (TCI, *target-controlled infusion*) z użyciem propofolu i remifentanylu, wykorzystując pompy infuzyjne Perfusor Space (B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Niemcy) zastosowano odpowiednio formułę Schnidera i Minto. W trakcie zabiegu dokonywano zmian docelowego stężenia propofolu i remifentanylu w tkance mózgowej tak, aby parametry hemodynamiczne nie przekraczały 20% wartości wyjściowych. Infuzję propofolu i remifentanylu utrzymywano do momentu założenia ostatniego szwu skórniego. Intubację dotchawiczą przeprowadzono po osiągnięciu docelowego stężenia propofolu i remifentanylu odpowiednio na poziomie 4 $\mu\text{g ml}^{-1}$ i 4 ng ml^{-1} , podaniu 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$ wekuronium oraz braku odpowiedzi na stymulację TOF (*train-of-four*). Zwiotczenie kontynuowano wlewem ciągłym wekuronium

(0,8–1,2 $\mu\text{g kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) tak, aby TOF podczas trwania zabiegu wynosił 2. Infuzję wekuronium utrzymywano do momentu zakończenia operacji. Stopień bloku nerwowo-mięśniowego był monitorowany za pomocą akceleromiografu (TOF-Watch, Organon, Dublin, Ireland). Rejestrowano odpowiedź ze zginacza kciuka na stymulację nerwu łokciowego na kończynie wolnej od niedowładu lub porażenia serią bodźców o natężeniu 50 mA z częstotliwością 2 Hz. W celu utrzymania normowentylacji (ETCO₂ w zakresie 35–39 mm Hg) płuca były wentylowane mieszaniną powietrza i tlenu w stosunku 1:1 w układzie półzamkniętym, okrężnym.

W grupie I do przywrócenia przewodnictwa nerwowo-mięśniowego po zabiegu podawano dożylnie sugammadeks (Bridion, MSD, Dublin, Ireland) w dawce 2 mg kg^{-1} . W grupie II nie podawano środków odwracających działanie wekuronium.

Trzydzieści minut przed zakończeniem operacji podłączano dożylny wlew 100 mg tramadolu i 2,5 g metamizolu w celu zapewnienia wczesnej analgezji pooperacyjnej.

W sposób ciągły monitorowano częstość akcji serca (HR, heart rate), skurczowe (SBP, systolic blood pressure), rozkurczowe (DBP, diastolic blood pressure) i średnie (MABP, mean arterial blood pressure) ciśnienie tętnicze oraz temperaturę głęboką w odbyticy. Używając systemu grzewczego utrzymywano ciepłotę ciała w granicach $37,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Analizie poddano wartość monitorowanych parametrów w następujących momentach znieczulenia: T0 — wyjściowe, T1 — rozpoczęcie infuzji propofolu i remifentanylu, T2 — osiągnięcie docelowego stężenia propofolu i remifentanylu, T3 — intubacja, T4 — 1 minuta po intubacji, T5 — 2 minuty po intubacji, T6 — mocowanie głowy w trzymaczu Mayfielda, T7 — 1 minuta po fiksacji głowy, T8 — przed nacięciem skóry, T9 — 1 minuta po nacięciu skóry, T10 — przed wyjęciem płata kostnego, T11 — 1 minuta po usunięciu płata kostnego, T12 — przed otwarciem opony, T13 — 1 minuta po otwarciu opony, T14 — faza dochodzenia, T15 — faza resekcji guza, T16 — przed zamknięciem opony, T17 — 1 minuta po zamknięciu opony, T18 — przed założeniem płata kostnego, T19 — 1 minuta po założeniu płata kostnego, T20 — początek zamykania powłok miękkich, T21 — koniec szycia skóry, T22 — podanie sugammadeksu, T23 — ekstubacja, T24 — 3 minuty po ekstubacji. Ponadto, poddano ocenie całkowite zużycie propofolu, remifentanylu i wekuronium, a także czas powrotu spontanicznego oddechu z VT > 4 ml kg^{-1} , czas do ekstubacji (TOF-R > 0,9), czas pojawienia się otwierania oczu na polecenie i spontanicznie.

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu GraphPad InStat wersja 3.10 (GraphPad Software Inc, La Jolla, USA). Wyniki przedstawiono w postaci średnich \pm SD. Oceny rozkładu danych dokonano testem Koł-

mogorowa-Smirnowa. Porównanie wewnątrzgrupowe przeprowadzono testem wielokrotnych porównań Dunnetta, a międzygrupowe testem U Manna-Whitneya. Znamienność statystyczną przyjęto dla $p < 0,05$.

WYNIKI

Badane grupy nie różniły się między sobą pod względem wieku, wzrostu i masy ciała (tab. 1). Rozkład charakteru procesów rozrostowych prezentuje rycina 1. Rozkład docelowych stężeń propofolu i remifentanylu w kluczowych momentach znieczulenia przedstawia tabela 2. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic międzygrupowych w kolejnych etapach znieczulenia.

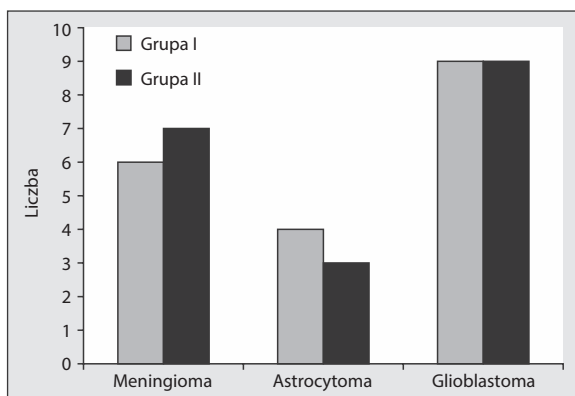
Nie obserwowano różnic międzygrupowych w wartościach HR, SBP, DBP, MABP oraz temperatury głębokiej w poszczególnych momentach obserwacji (ryc. 2–5).

Nie stwierdzono różnic w zużyciu propofolu, remifentanylu i wekuronium (tab. 3).

Czasy: powrotu oddechu spontanicznego, ekstubacji, otwierania oczu na polecenie i spontaniczne były dłuższe w grupie II w porównaniu z I (tab. 4).

Tabela 1. Charakterystyka chorych objętych badaniem (średnie ± SD)

Dane	Grupa I	Grupa II
Wiek (lata)	52,1 ± 14,1	53,1 ± 18,1
Wzrost (m)	1,66 ± 0,05	1,71 ± 0,06
Masa ciała (kg)	64,3 ± 19,7	70,8 ± 13,2

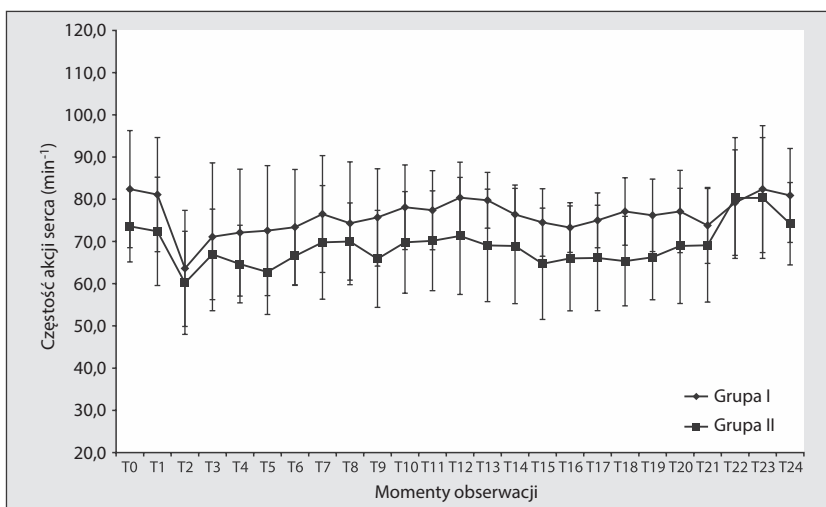


Rycina 1. Charakterystyka występujących zmian patologicznych w badanych grupach

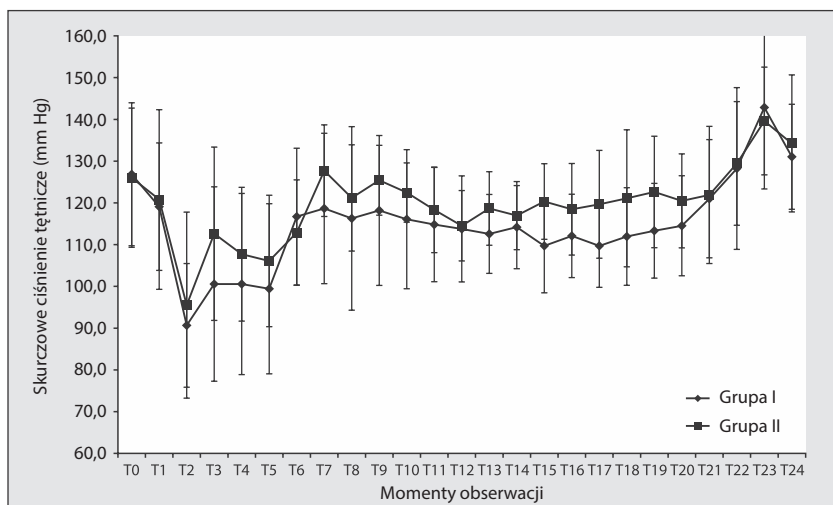
Tabela 2. Formuła infuzji propofolu i remifentanylu w badanych grupach*

	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	
Grupa I	Propofol µg ml ⁻¹	4,0 (0,0)	4,0 (0,0)	2,2 (0,6)	2,3 (0,6)	3,8 (0,6)	3,6 (0,5)	3,3 (0,8)	3,2 (0,8)	2,9 (0,5)	2,9 (0,5)	2,8 (0,5)	2,7 (0,6)	2,6 (0,4)	2,5 (0,6)	2,5 (0,5)	2,5 (0,4)	2,5 (0,4)	2,4 (0,4)	2,4 (0,5)
	Remifentanyl ng ml ⁻¹	4,0 (0,0)	4,0 (0,0)	0,8 (1,3)	0,7 (1,0)	4,4 (0,9)	4,2 (0,8)	3,8 (1,6)	3,7 (1,3)	3,3 (1,2)	3,2 (1,3)	3,0 (1,4)	2,8 (1,4)	2,5 (0,9)	2,6 (0,9)	2,4 (1,0)	2,3 (1,1)	2,2 (1,0)	2,3 (1,0)	2,2 (1,1)
Grupa II	Propofol µg ml ⁻¹	4,0 (0,0)	4,0 (0,0)	2,6 (0,7)	2,5 (0,6)	3,6 (0,6)	3,0 (0,6)	3,1 (1,1)	3,0 (1,0)	3,0 (1,0)	3,0 (1,0)	3,1 (1,3)	3,2 (1,2)	3,3 (1,3)	3,3 (1,2)	3,0 (0,8)	3,0 (0,7)	3,1 (0,7)	3,5 (1,0)	4,0 (1,4)
	Remifentanyl ng ml ⁻¹	4,0 (0,0)	4,0 (0,0)	1,1 (1,4)	1,0 (1,5)	4,3 (1,1)	4,1 (0,8)	4,2 (1,5)	4,1 (1,3)	3,8 (1,4)	3,8 (1,4)	3,8 (1,2)	4,0 (1,8)	4,2 (1,8)	3,1 (1,7)	2,8 (1,3)	2,8 (1,3)	2,1 (1,3)	2,3 (1,3)	2,7 (1,6)

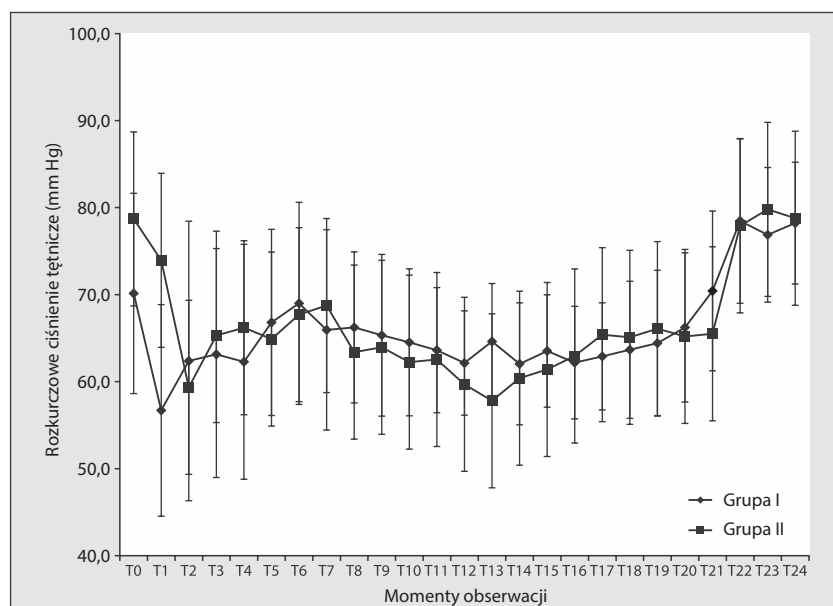
*dane przedstawione w postaci średniej (odchylenia standardowego)



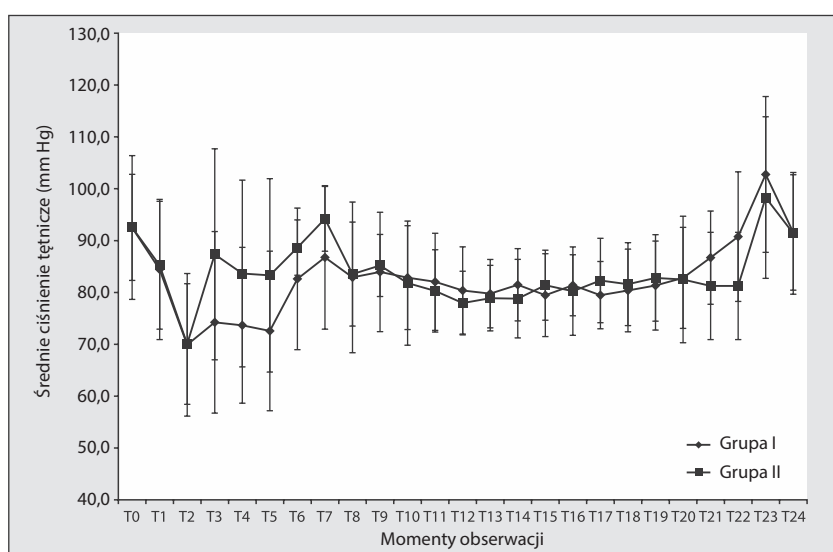
Rycina 2. Średnie wartości częstości akcji serca (pionowe słupki prezentują odchylenie standardowe)



Rycina 3. Średnie wartości skurczowego ciśnienia tętniczego (pionowe słupki prezentują odchylenie standardowe)



Rycina 4. Średnie wartości rozkurczowego ciśnienia tętniczego (pionowe słupki prezentują odchylenie standardowe)



Rycina 5. Średnie wartości średniego ciśnienia tętniczego (pionowe słupki prezentują odchylenie standardowe)

Tabela 3. Porównanie zużycia środków stosowanych w anestezji w badanych grupach*

Środek	Grupa I	Grupa II
Indukcyjna dawka propofolu (mg)	109,4 ± 21,2	127,5 ± 21,2
Indukcyjna dawka remifentanylu (µg)	85,9 ± 21,2	95,4 ± 18,4
Całkowita dawka propofolu (mg)	1410 ± 405	1490 ± 390
Całkowita dawka remifentanylu (µg)	1226,7 ± 405	1338 ± 412
Całkowita dawka wekuronium (mg)	14,6 ± 3,4	15,1 ± 2,9

Dane przedstawione w postaci średniej ± odchylenie standardowe

Tabela 4. Porównanie międzygrupowe czasu trwania znieczulenia i powrotu klinicznych wykładników odwrócenia bloku nerwowo-mięśniowego*

Czas (minuty)	Grupa I	Grupa II	p
trwania znieczulenia	108,5 ± 21,2	125,5 ± 21,3	p > 0,05
powrotu spontanicznego oddechu	5,8 ± 3,8	13,2 ± 2,9	p < 0,05
ekstubacji (TOF-R > 0,9)	9,9 ± 2,3	16,8 ± 3,4	p < 0,05
otwierania oczu na polecenie	10,4 ± 5,6	19,1 ± 3,6	p < 0,05
spontanicznego otwierania oczu	13,2 ± 4,9	21,4 ± 4,5	p < 0,05

* dane przedstawione w postaci średniej ± odchylenie standardowe

DYSKUSJA

Według danych Centralnego Rejestru Guzów Mózgu w USA w 2011 roku pojawiło się ponad 64 tys. nowych zachorowań, z czego 80% było zlokalizowanych nadnamiotowo [6]. Biorąc pod uwagę histopatologiczny charakter zmian rozrostowych wyróżnia się oponiaki (35%), glejaki (16%), gruczolaki przysadki (14%) i gwiaździki (7%) [6].

Niezależnie od zastosowanej techniki indukcja i kondukcja znieczulenia powinny zapewniać możliwie najmniejszą wartość ICP, stabilność hemodynamiczną krążenia systemowego w odpowiedzi na intubację dotchawiczą oraz relaksację mózgu w trakcie działania neurochirurga w polu operacyjnym [6, 7].

Od wielu lat propofol w połączeniu z jednym z syntetycznych opioidów i niedepolaryzującym środkiem blokującym przewodnictwo nerwowo-mięśniowe jest szeroko stosowany w anestezji całkowicie dożylną [8, 9]. Systemy docelowej infuzji kontrolowanej umożliwiają dokładne dawkowanie propofolu i remifentanylu, zarówno do wprowadzenia i podtrzymania znieczulenia. Wakeling i wsp. [10] oraz Struys i wsp. [11] wykazali, że w porównaniu z docelowym stężeniem środka w surowicy, docelowe stężenie w miejscu efektorowym lepiej koreluje z poziomem głębokości znieczulenia. Korzystny wpływ propofolu i remifentanylu na czynniki warunkujące homeostazę wewnątrzczaszkową zarówno w fizjologii, jak i patologii sprawia, że są one środkami z wyboru w neuroanestezji [12, 13]. Propofol w połączeniu z remifentanylem stosowany w konwencji docelowej infuzji kontrolowanej zapewnia należną stabilność hemodynamiczną krążenia systemowego zarówno podczas indukcji, jak i podtrzymania znieczulenia, co potwierdzają wyniki

wielu badań, również obserwacje autorów niniejszej pracy [14–17].

Ból po kraniotomii występuje niemal natychmiast po operacji w 70–90% przypadków [18]. Jednym z negatywnych efektów właściwości farmakokinetycznych remifentanylu jest znacznie wcześniej w porównaniu z innymi opioidami pojawiający się ból pooperacyjny wymagający wczesniej analgezji pooperacyjnej [8, 14, 18, 19].

Obowiązująca obecnie doktryna postępowania w większości przypadków zakłada jak najwcześniejsze wybudzenie chorego po operacji neurochirurgicznej, z zachowaniem warunków zapewniających stabilność hemodynamiczną oraz równowagę ciśnieniowo-objętościową wewnątrz czaszki [6, 7, 9]. W związku z tym niezwykle istotne jest przywrócenie przewodnictwa nerwowo-mięśniowego, zwłaszcza że u chorego po zabiegu wewnątrzczaszkowym mogą występować zaburzenia mózgowego przepływu krwi, metabolizmu tkanki nerwowej, objawy obrzęku i podwyższonego ciśnienia wewnątrzczaszkowego, co w połączeniu z niewydolnością wentylacyjną prowadzącą do obniżenia PaO₂ i podwyższenia PaCO₂ może mieć katastrofalne następstwa [6, 7].

Jednym z elementów znieczulenia ogólnego jest blokada przewodnictwa nerwowo-mięśniowego. W ciągu ostatnich dziesięciu lat trwa dyskusja na temat miejsca monitorowania poziomu bloku nerwowo-mięśniowego w codziennej praktyce klinicznej [20]. W niniejszym badaniu zastosowano monitorowanie poziomu bloku nerwowo-mięśniowego z wykorzystaniem stymulacji serią czterech bodźców podczas intubacji, kondukcji znieczulenia i ekstubacji. Przyjęto kryteria zgodne z zaleceniami Sorina i wsp. [21]. Zapobieganie skutkom resztkowej kuraryzacji

obejmuje monitorowanie ustępowania zwiotczenia za pomocą akcelerometriografii oraz farmakologiczne odwracanie zwiotczenia za pomocą środków antagonistycznych. Idealny środek antagonistyczny powinno charakteryzować: szybkie i całkowite znoszenie działania środka zwiotczającego bez względu na dawkę i poziom bloku, brak objawów ubocznych, wydalanie w 100%. Kryteria te spełnia sugammadeks [22]. Zastosowany w badaniu sugammadeks w dawce 2 mg kg⁻¹ wpłynął na skrócenie czasu wystąpienia optymalnych warunków ekstubacji. Czas przywrócenia pełnego przewodnictwa w głębokim bloku wywołanym rocuronium lub wecuronium zależy od zastosowanej dawki [23]. Pełne przewodnictwo bloku wywołanego wecuronium w ciągu 2,7 minuty przywraca 2 mg kg⁻¹ sugammadeksu, podczas gdy 50 µg kg⁻¹ neostygminy wymaga 17,9 minuty [24]. Różniczości z obserwacjami autorów niniejszej pracy mogą wynikać z różnic w metodach znieczulenia oraz odmienności operacji. Stosowanie sugammadeksu ze względu na duże koszty jest ograniczane do określonych wskazań [22]. Paton i wsp. [25] wskazują potencjalne źródło korzyści ekonomicznych wynikające ze znacznie mniejszej ilości czasu poświęconego na opiekę chorych, u których zastosowano sugammadeks w porównaniu z chorymi otrzymującymi neostygminę i glikopirolan.

WNIOSEK

Zastosowanie sugammadeksu po kraniotomii przyspiesza wystąpienie optymalnych warunków ekstubacji.

PODZIĘKOWANIA

1. Praca nie była finansowana.
2. Autorzy zgłaszają brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo:

1. *Absalom AR, Mani V, De Smet T, Struys MM*: Pharmacokinetic models for propofol—defining and illuminating the devil in the detail. *Br J Anaesth* 2009;103: 26–37. doi: 10.1093/bja/aeq143.
2. *Minto C, Schnider T, Egon T et al.*: Influence of age and gender on the pharmacokinetics of remifentanyl. *Anesthesiology* 1997; 86: 10–23.
3. *Eriksson LI, Sundman E, Olsson R et al.*: Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans. *Anesthesiology* 1997; 87: 1035–1043.
4. *Berg H, Viby-Mogenson J, Roed J et al.*: Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complication. A prospective randomized and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 1095–1103.
5. *Cammu G, De Kam PJ, Demeyer I et al.*: Safety and tolerability of single intravenous doses of sugammadex administered simultaneously with rocuronium or vecuronium in healthy volunteers. *Br J Anaesth* 2008; 100: 373–379. doi: 10.1093/bja/aeq402.
6. *Rampil IJ, Probst S*: Intracranial tumors. In: *Ruskin KJ, Rosenbaum SH, Rampil IJ* (ed.): *Fundamentals of Neuroanesthesia*. Oxford 2014: 151–161.
7. *Ravussin P, Wilder Smith OHG*: Supratentorial masses: anesthetic consideration. In: *Cottrell JE, Smith DS* (ed.): *Anesthesia and neurosurgery*. Maryland Heights 2001: 297–317.

8. *Ozkose Z, Cok OY, Tuncer B, Tufekcioglu S, Yardim S*: Comparison of hemodynamics, recovery profile, and early postoperative pain control and costs of remifentanyl versus alfentanil-based total intravenous anesthesia (TIVA). *J Clin Anesth* 2002; 14: 161–168.
9. *Sneyd JR, Andrews CJH, Tsubukawa T*: Comparison of propofol/remifentanyl and sevoflurane/remifentanyl for maintenance of anaesthesia for elective intracranial surgery. *Br J Anaesth* 2005; 94: 778–783.
10. *Wakeling H, Zimmerman J, Howell S, Glass P*: Targeting effect compartment or central compartment concentration of propofol. *Anesthesiology* 1999; 90: 92–97.
11. *Struys M, De Smet T, Depoorter B et al.*: Comparison of plasma versus two methods for effect compartment-controlled target-controlled infusion for propofol. *Anesthesiology* 2000; 92: 399–406.
12. *Tobias JS*: Propofol: effects on the central nervous system. *J Intensiv Care Med* 2000; 15: 237–250.
13. *Warner DS*: Experience with remifentanyl in neurosurgical patients. *Anesth Analg* 1999; 99: 33–39.
14. *Del Gaudio A, Ciritella P, Perrotta F et al.*: Remifentanyl vs fentanyl with target controlled propofol infusion in patients undergoing craniotomy for supratentorial lesions. *Minerva Anestesiol* 2006; 72: 309–319.
15. *Nunes CS, Ferreira DA, Antunes L, Lobo F, Santos IA, Amorim P*: Individual effect-site concentrations of propofol at return of consciousness and age in neurosurgical patients. *J Clin Anesth* 2009; 21: 3–8. doi: 10.1016/j.jclinane.2008.06.011.
16. *De Castro V, Godet G, Mencia G, Raux M, Coriat P*: Target-controlled infusion for remifentanyl in vascular patients improves hemodynamic and decreases remifentanyl requirement. *Anesth Analg* 2003; 96: 33–38.
17. *Kim JY, Lee SY, Kim DH, Park SK, Min SK*: Effect-site concentration of propofol for reduction of remifentanyl-induced cough. *Anesthesia* 2010; 65: 697–703. doi: 10.1111/j.1365-2044.2010.06347.x.
18. *Sampaio Roha-Filho PA*: Post-craniotomy headache: a clinical view with a focus on the persistent form. *Headache* 2015; 55: 733–738. doi: 10.1111/head.12563.
19. *Albrecht S, Schuttler J, Yarmush J*: Postoperative pain management after intraoperative remifentanyl. *Anesth Analg* 1999; 99: 40–45.
20. *Naguib M, Kopman AF, Lien CA, Hunter JM, Lopez A, Brull SJ*: A survey of current management of neuromuscular block in the United States and Europe. *Anesth Analg* 2010; 111: 110–119. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181c07428.
21. *Brull SJ, Murphy GS*: Residual neuromuscular block: Lessons unlearned. Part II: Methods to reduce the risk of residual weakness. *Anesth Analg* 2010; 111: 129–140. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181da8312.
22. *Sokol-Kobielska E*: Sugammadex — indications and clinical use. *Anesthesiol Intensive Ther* 2013; 45: 106–110. doi: 10.5603/AIT.2013.0023.
23. *Duvaldestin P, Kuizenga K, Saldien V et al.*: A randomized, dose-response study of sugammadex given for the reversal of deep rocuronium- or vecuronium-induced neuromuscular blockade under sevoflurane anesthesia. *Anesth Analg* 2010; 110: 74–82. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181c3be3c.
24. *Khunel-Brady KS, Wattwil M, Wancker BF, Lora Tamayo JI, Reitbergen H, Alvarez-Gomez JA*: Sugammadex provides faster reversal of vecuronium-induced neuromuscular blockade compared with neostigmine: a multicenter, randomized, controlled trial. *Anesth Analg* 2010; 110: 64–73. doi: 10.1213/ane.0b013e3181ac53c3.
25. *Paton F, Paulden M, Chambers D et al.*: Sugammadex compared with neostigmine/glycopyrrate for routine reversal of neuromuscular block: a systematic review and economic evaluation. *Br J Anaesth* 2010; 105: 558–567. doi: 10.1093/bja/aeq269.

Adres do korespondencji:

dr hab. n. med. Zbigniew Karwacki, prof. nadzw. GUMed
Zakład Neuroanestezjologii GUMed
ul. Smoluchowskiego 17, 80–214 Gdańsk
e-mail: zkarw@gumed.edu.pl

Otrzymano: 1.04.2015 r.

Zaakceptowano: 2.07.2015 r.