

# Blokada nerwowo-mięśniowa u osób w podeszłym wieku

## Neuromuscular blockade in the elderly

Michał Stankiewicz-Rudnicki

*Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi*

### Abstract

The aim of the presented review is to highlight the clinical problem of postoperative residual curarization (PORC) following general anaesthesia in the elderly. Possible complications of PORC are described along with age-induced changes in pharmacokinetics of long and intermediate-acting neuromuscular blocking agents. This is intended to facilitate the selection and to promote appropriate intraoperative use of muscle relaxants in patients over the age of 65 years.

**Key words:** elderly patients; neuromuscular block, muscle relaxants; neuromuscular block, reversal; postoperative residual curarization

**Słowa kluczowe:** osoby w wieku podeszłym; blokada nerwowo-mięśniowa, środki zwiotczające; blokada nerwowo-mięśniowa, odwracanie; resztkowa blokada nerwowo-mięśniowa

Anestezjologia Intensywna Terapia 2016, tom 48, nr 4, 270–274

Osoby w wieku podeszłym stanowią coraz liczniejszą grupę chorych poddawanych procedurom zabiegowym [1]. Wśród niezbędnych składowych znieczulenia ogólnego wymienia się zniesienie świadomości, bólu, unieruchomienie i stabilność hemodynamiczną [2]. Blokada przewodnictwa nerwowo-mięśniowego służy tym dwóm ostatnim celom. Zapewnia dobre warunki do udrożnienia dróg oddechowych i operacyjne, umożliwiając tym samym zmniejszenie dawek anestetyków wziewnych i dożylnych. Ma to istotne znaczenie u chorych powyżej 65., a zwłaszcza 75. roku życia. Są oni bowiem szczególnie wrażliwi na niepożądane działanie anestetyków [3], w tym upośledzenie czynności skurczowej serca i hipotensję, co grozi niedokrwieniem mięśnia sercowego i ośrodkowego układu nerwowego [4].

Niestety, wraz z wiekiem zwiększa się także ryzyko wystąpienia resztkowej blokady przewodnictwa nerwowo-mięśniowego (PORC, *postoperative residual curarization*) [5], która obok niepożądanych śródoperacyjnych powrotów

świadomości [6] należy do najistotniejszych klinicznie powikłań zastosowania środków zwiotczających mięśnie szkieletowe. Przedłużająca się blokada, definiowana obecnie jako wskaźnik TOFR (*train of four ratio*) < 0,9, a we wcześniejszych źródłach jako TOFR < 0,7, może prowadzić do poważnych powikłań ze strony układu oddechowego w okresie pooperacyjnym [7] i wydłużyć hospitalizację. Dobra znajomość specyfiki stosowania środków blokujących przewodnictwo nerwowo-mięśniowe u chorych w podeszłym wieku jest więc niezbędna w codziennej praktyce anestezjologicznej.

### KLINICZNE ASPEKTY FARMAKOKINETYKI ŚRODKÓW ZWIOTCZAJĄCYCH W PROCESIE STARZENIA

Dawki niedepolaryzujących środków zwiotczających, zarówno o budowie steroidowej, jak i benzyloizochinolinowej, niezbędne do wywołania maksymalnej blokady, czyli 95% redukcji odpowiedzi mięśnia na bodziec (ED<sub>95</sub>,

Należy cytować angielską wersję: Stankiewicz-Rudnicki M: Neuromuscular blockade in the elderly. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2016; 48: 257–260. doi: 10.5603/AIT.2016.0045.

*effective dose*<sub>95</sub>), nie różnią się istotnie pomiędzy osobami w wieku podeszłym i młodszymi [8, 9]. Sugeruje to, że fizjologia złącza nerwowo-mięśniowego i tym samym farmakodynamika środków zwiotczających nie zmieniają się znacząco z wiekiem.

U chorych w wieku podeszłym obserwuje się natomiast istotne zmiany w zakresie farmakokinetyki tych leków. Zmniejszono rzutowi serca towarzyszy ograniczenie perfuzji mięśni [3]. Należy zatem oczekiwać wydłużenia czasu do osiągnięcia maksymalnej blokady po podaniu leku [10, 11]. Dawki intubacyjne środków zwiotczających wynoszą jednak z reguły dwukrotność, a nawet trzy lub czterokrotność dawki ED<sub>95</sub>. Nie tylko skraca to czas do uzyskania maksymalnej blokady, co wykorzystuje się podczas szybkiej indukcji przy użyciu sukcynyldwucholiny lub rokuronium [12, 13], ale może również niwelować różnice pomiędzy chorymi młodymi i tymi w podeszłym wieku. Wykazano, że rokuronium, wekuronium i miwakurium podane w typowych dawkach intubacyjnych wywołują blokadę nerwowo-mięśniową równie szybko w obu tych grupach wiekowych [14–16].

Począwszy od 40. roku życia w tempie 1% rocznie postępuje ograniczenie rezerwy czynnościowej narządów [17]. Po 75. roku życia nabiera to dużego znaczenia dla klinicznego czasu trwania blokady [18]. Zmniejszenie wydolności wątroby i nerek przekłada się na zmniejszony klirens, wydłużony czas półtrwania i w konsekwencji kliniczny czas działania (czas do powrotu 25% pierwotnej amplitudy odpowiedzi mięśnia) leków zwiotczających [19].

## AMINOSTEROIDY

Pankuronium, długodziałający aminosteroid, ma nie tylko przedłużony klirens i kliniczny czas działania [20] u chorych w podeszłym wieku, lecz stwarza także ryzyko rekuryzacji. Jest ono minimalne przy zastosowaniu leków krócej działających, dlatego pankuronium zostało w dużej mierze wyparte przez aminosteroidy o pośrednim czasie działania.

Rokuronium, obecnie najczęściej stosowany na świecie środek blokujący przewodnictwo nerwowo-mięśniowe o budowie steroidowej, ma wydłużony czas działania u chorych w zaawansowanym wieku. Wynik najwcześniejszego badania nad profilem farmakokinetycznym tego leku u osób powyżej 70. roku życia [21] dowiódł, że średni czas spontanicznego powrotu 90% amplitudy odpowiedzi mięśnia przewodniczącego kciuka na pojedynczy bodziec supramaksymalny wynosił 74,4 min wobec 47,9 min u chorych w przedziale wiekowym 27–58 lat. Z kolei w praca Yamamoto i wsp. [22] wykazano, że po upływie od 1 do 2 godzin od podania ostatniej dawki podtrzymującej lub zatrzymania wlewu ciągłego rokuronium wartości wskaźnika TOF < 0,9 występowały aż u 75% chorych pomiędzy 65. a 85. rokiem życia i tylko u 33% w grupie w wieku 20–48 lat. Zależność czasu klinicznego

trwania blokady od wieku po użyciu intubacyjnej dawki rokuronium zaznacza się jeszcze wydatniej u chorych z niewydolnością nerek [23]. Również blok intensywny, tj. średni czas do uzyskania pojedynczej odpowiedzi po stymulacji tężkowej (*post-tetanic count*, PTC = 1) wywołany rokuronium utrzymuje się dłużej u chorych po 70. roku życia [24].

Podobnie jak rokuronium, także wekuronium charakteryzuje się wydłużonym czasem blokady u chorych w podeszłym wieku. Średni kliniczny czas działania dla odpowiednio grupy poniżej 50. i powyżej 60. roku życia w pracy Slavova i wsp. [25] wynosił 36 i 50 minut. Średni współczynnik odnowy RI (*recovery index*), czyli czas pomiędzy powrotem 25% a 75% amplitudy odpowiedzi mięśnia na bodziec także wydłuża się istotnie wraz z wiekiem. Różnice w zakresie RI pomiędzy osobami w wieku podeszłym i młodszymi mogą być jednak zmienne: od prawie 8 minut w badaniu McCarthy'ego i wsp. [26] do ponad 30 minut w pracy Liena i wsp. [27].

## POCHODNE BEZNYLOIZOCHINOLINY

Benzyloizochinolinowe środki zwiotczające — atrakurium i cisatratrakurium podlegają eliminacji Hoffmanna. Jest ona odpowiedzialna za rozkład prawie 77% podanej dawki cisatratrakurium [28] i poniżej 50% atrakurium [29]. W efekcie, choć parametry farmakokinetyczne tych leków, takie jak klirens czy czas półtrwania [30, 31], mogą się różnić pomiędzy grupami wiekowymi, wydaje się to nie mieć znaczenia klinicznego. Prace Slavova [25] i Jin [31] oraz Sooroshiana [32] i Ornsteina [10] dowiodły braku różnic pomiędzy klinicznym czasem działania odpowiednio atrakurium oraz cisatratrakurium w starszych (> 65 roku życia) i młodszych grupach wiekowych.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa zastosowania środków zwiotczających u chorych w podeszłym wieku niebagatelną rolę odgrywa przewidywalność ich farmakokinetyki przekładająca się na osobniczą zmienność czasu działania tych leków. Pod tym względem pochodne benzyloizochinoliny również mogą mieć przewagę nad aminosteroidami. Arain i wsp. [33] zdefiniowali zmienność trwania blokady nerwowo-mięśniowej jako różnicę między czasem jej trwania u poszczególnych chorych a wyliczoną średnią dla całej badanej grupy. Wykazali, że czas blokady wywołanej wekuronium i rokuronium u chorych powyżej 60. roku życia charakteryzował się większą zmiennością niż wywołanej cisatratrakurium. Rozpiętość klinicznego czasu działania (różnica między maksymalną i minimalną wartością) wynosiła dla tych leków odpowiednio 102, 86 i 44 minuty.

Wariację klinicznego czasu trwania blokady nie tylko pomiędzy cisatratrakurium i wekuronium, ale także pomiędzy grupami młodszych i starszych chorych zwiotczonych przy użyciu tych leków zbadali Puhlinger i wsp. [34]. Wariacja dla cisatratrakurium i wekuronium nie różniła się istotnie sta-

tystycznie w obu zbadanych populacjach — osób w wieku 18–64 lata i osób powyżej 65. roku życia. Porównanie grup wiekowych ujawniło natomiast, że różnica wariancji czasu trwania blokady pomiędzy grupą starszą i młodszą nie różniła się dla cisatrakurium, była natomiast istotna dla wekuronium. Podobnie zmienność czasu trwania intensywnego bloku po zastosowaniu intubacyjnej dawki rokuronium jest większa w grupie powyżej 70. roku życia w porównaniu z grupą w wieku 20–60 lat [24].

Powszechnemu mniemaniu o nieistotności klinicznej zmienności osobniczej zapotrzebowania na pochodne benzyloizochinolinowe w porównaniu z aminosteroidami przeczą jednak wyniki badania Joomyego i wsp. [35], w którym wykorzystano system zamkniętego sprzężenia zwrotnego podaży cisatrakurium pod kontrolą elektromiograficzną. System taki dostosowuje ciągły wlew leku zwiotczającego do uzyskiwanej odpowiedzi z mięśnia, która ma utrzymywać się na zaprogramowanym poziomie odpowiadającym pożądanej głębokości blokady nerwowo-mięśniowej. W cytowanym badaniu zapewnienie 90% redukcji amplitudy odpowiedzi mięśnia na bodziec wymagało większego zużycia cisatrakurium w grupach wiekowych 20–45 lat i 46–64 lat niż w grupie powyżej 65. roku życia. U osób w obu starszych grupach wiekowych zwiększony był także współczynnik odnowy. Prowadzi to do wniosku, że u chorych w podeszłym wieku również pochodne benzyloizochinoliny mogą wymagać zmniejszenia dawki dobrej na podstawie idealnej masy ciała w celu ograniczenia ryzyka ich przedłużonego działania.

### **BLOKADA RESZTKOWA JAKO ISTOTNY PROBLEM KLINICZNY OKRESU POOPERACYJNEGO U CHORYCH W PODESZŁYM WIEKU**

Resztkowa blokada nerwowo-mięśniowa określana w angielskim nazewnictwie jako *postoperative residual curarization* (PORC) lub *postoperative residual neuromuscular block* (PRNMB) była pierwotnie definiowana jako wskaźnik  $TOFR < 0,7$  [7]. Przy wartości  $TOFR 0,7$  (badanie na mięśniu przywodzicieli kciuka) obserwuje się jednak stłumienie odpowiedzi ośrodka oddechowego na hipoksję [36] i taki powrót czynności złącza nerwowo-mięśniowego nie zapewnia adekwatnego powrotu siły mięśniowej w obrębie gardła. Dopiero przy wartości  $TOFR > 0,9$  napięcie górnego zwieracza przełyku powraca do wielkości sprzed podania środka zwiotczającego [37]. Obecnie resztkową blokadę definiuje się więc jako  $TOFR < 0,9$ .

Resztkowa blokada nerwowo-mięśniowa jest opisywana po znieczuleniu ogólnym z użyciem nie tylko długodziałających środków zwiotczających [38], ale również tych o średniodługim czasie działania [39] — aminosteroidów, oraz pochodnych benzyloizochinoliny [40]. Prowadzi do

istotnego zwiększenia ryzyka powikłań ze strony układu oddechowego — niedrożności dróg oddechowych, hipoksji, konieczności reintubacji i zapalenia płuc [7, 40, 41].

W związku z przedłużonym działaniem leków zwiotczających u osób w podeszłym wieku należy się spodziewać większej częstości występowania bloku resztkowego. W badaniu Baillarda i wsp. [42], po zastosowaniu wekuronium, grupa chorych, u których odnotowano blokadę resztkową definiowaną jako  $TOFR < 0,7$  charakteryzowała się większą medianą wieku. Potwierdzają to wyniki dwóch dużych badań prospektywnych, w których blok resztkowy u chorych w wieku podeszłym po zastosowaniu rokuronium był głównym punktem końcowym [5, 43]. Pietraszewski i wsp. [5] dowiedli w grupie 415 osób, że przy empirycznym dawkowaniu rokuronium z jednoczesnym brakiem odwrócenia blokady po znieczuleniu, blok resztkowy ( $TOFR < 0,9$ ) w okresie pooperacyjnym jest powszechny i dotyczy ponad 89% chorych powyżej 65. roku życia, przy czym aż 44% miało wartość  $TOFR < 0,7$ . Wśród młodszych chorych w omawianym badaniu  $TOFR < 0,9$  dotyczył 77%, a  $TOFR < 0,7$  20% osób. Warto zaznaczyć, że wszyscy chorzy zostali uznani przez anestezjologa za odkuraryzowanych na podstawie kryteriów klinicznych, takich jak możliwość uniesienia głowy przez 5 sekund czy zdolność do efektywnego kaszlu. U chorych w podeszłym wieku stwierdzono także istotnie więcej epizodów hipoksji we wczesnym okresie pooperacyjnym.

Farmakologiczne przyspieszenie ustępowania bloku za pomocą neostygminy redukuje częstość bloku resztkowego, ale nadal utrzymuje się dysproporcja pomiędzy chorymi w różnych grupach wiekowych. Po podaniu neostygminy w dawce  $50 \mu\text{g kg}^{-1}$  w końcowej fazie znieczulenia u 300 osób, gdy liczba TOF wynosiła co najmniej 3, Murphy i wsp. [43] odnotowali  $TOF < 0,9$  u 57,7% oraz 30% chorych sali poznieczuleniowej w wieku odpowiednio 70–90 i 18–50 lat. Wśród starszych chorych w cytowanym badaniu znacznie częściej występowały powikłania wczesnego okresu pooperacyjnego — hipoksja w sali poznieczuleniowej z koniecznością suplementacji tlenu oraz niedrożność dróg oddechowych. W trakcie rekonwalescencji częściej rozpoznawano u nich także niedodmę i zapalenie płuc — u 15,7% chorych wobec tylko 3% w młodszej grupie. Wynika to zapewne z większego ryzyka aspiracji. Przy  $TOFR < 0,9$  w badaniu wideoscopedycznym u 71% chorych powyżej 65. roku życia stwierdza się bowiem istotne zaburzenia połykania z możliwym zarzucaniem treści pokarmowej w okolicy krtani [44].

### **PODSUMOWANIE**

Zmiany farmakokinetyki leków zwiotczających u chorych w podeszłym wieku prowadzą do wydłużenia klinicznego czasu ich działania oraz spowolnienia ustępowania blokady nerwowo-mięśniowej po podaniu dawek dostosowanych do należnej masy ciała w porównaniu z młodszymi

chorymi. Dotyczy to zwłaszcza leków o budowie aminosteroidowej, choć i pochodne benzyloizochinoliny mogą wymagać zmniejszenia dawki w celu uniknięcia resztkowej blokady. Jej zwiększona częstość u chorych po 65. roku życia jest odpowiedzialna za zwiększone ryzyko powikłań okresu okołoperacyjnego. Chorzy w podeszłym wieku wymagają zatem rutynowego monitoringu zwiotczenia i odwracania blokady nerwowo-mięśniowej tak, aby po znieczuleniu wartość wskaźnika TOFR wynosiła powyżej 0,9.

## PODZIĘKOWANIA

1. Źródła finansowania: brak.
2. Konflikt interesów: brak.

## Piśmiennictwo:

1. Griffiths R, Beech F, Brown A et al.: Peri-operative care of the elderly 2014: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia* 2014; 69s1: 81–98. doi: 10.1111/anae.12524.
2. Urban BW, Bleckwenn M: Concepts and correlations relevant to general anaesthesia. *Br J Anaesth* 2002; 89: 3–16.
3. Rivera R, Antognini JF: Perioperative drug therapy in elderly patients. *Anesthesiology* 2009; 110: 1176–1181. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181a10207.
4. Wickham A, Highton D, Martin D: Care of elderly patients: a prospective audit of the prevalence of hypotension and the use of BIS intraoperatively in 25 hospitals in London. *Perioper Med (Lond)* 2016; 5: 12. doi: 10.1186/s13741-016-0036-1.
5. Pietraszewski P, Gaszyński T: Residual neuromuscular block in elderly patients after surgical procedures under general anaesthesia with rocuronium. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2013; 45: 77–81. doi: 10.5603/AIT.2013.0017.
6. Pandit JJ, Andrade J, Bogod DG et al.: The 5<sup>th</sup> National Audit Project (NAP5) on accidental awareness during general anaesthesia: summary of main findings and risk factors. *Anaesthesia* 2014; 69: 1089–1101. doi: 10.1111/anae.12826.
7. Berg H, Roed J, Viby-Mogensen J et al.: Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 1095–1103.
8. Bell PF, Mirakhor RK, Clarke RS: Dose-response studies of atracurium, vecuronium and pancuronium in the elderly. *Anaesthesia* 1989; 44: 925–927.
9. Parker CJ, Hunter JM, Snowdon SL: Effect of age, sex and anaesthetic technique on the pharmacodynamics of atracurium. *Br J Anaesth* 1993; 70: 38–41.
10. Ornstein E, Lien CA, Matteo RS et al.: Pharmacodynamics and pharmacokinetics of cisatracurium in geriatric surgical patients. *Anesthesiology* 1996; 84: 520–525.
11. Koscielniak-Nielsen ZJ, Bevan JC, Popovic V et al.: Onset of maximum neuromuscular block following succinylcholine or vecuronium in four age groups. *Anesthesiology* 1993; 79: 229–234.
12. Naguib M, Samarkandi AH, El-Din ME et al.: The dose of succinylcholine required for excellent endotracheal intubating conditions. *Anesth Analg* 2006; 102: 151–155.
13. Han TH, Martyn JA: Onset and effectiveness. of rocuronium for rapid onset of paralysis in patients with major burns: priming or large bolus. *Br J Anaesth* 2009; 102: 55–60. doi: 10.1093/bja/aen332.
14. Matteo RS, Ornstein E, Schwartz AE et al.: Pharmacokinetics and pharmacodynamics of rocuronium (Org 9426) in elderly surgical patients. *Anesth Analg* 1993; 77: 1193–1197.
15. McCarthy G, Elliott P, Mirakhor RK et al.: Onset and duration of action of vecuronium in the elderly: comparison with adults. *Acta Anaesthesiol Scand* 1992; 36: 383–386.
16. Maddineni VR, Mirakhor RK, McCoy EP et al.: Neuromuscular and haemodynamic effects of mivacurium in elderly and young adult patients. *Br J Anaesth* 1994; 73: 608–612.
17. Evers BM, Townsend Jr CM, Thompson JC: Organ physiology of aging. *Surg Clin North Am* 1994; 74: 23–39.
18. Viby-Mogensen J, Ostergaard D, Donati F et al.: Pharmacokinetic studies of neuromuscular blocking agents: good clinical research practice (GCRP). *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 1169–1190.
19. Cope TM, Hunter JM: Selecting neuromuscular-blocking drugs for elderly patients. *Drugs Aging* 2003; 20: 125–140.
20. Duvaldestin P, Saada J, Berger JL et al.: Pharmacokinetics, pharmacodynamics, and dose-response relationships of pancuronium in control and elderly subjects. *Anesthesiology* 1982; 56: 36–40.
21. Matteo RS, Ornstein E, Schwartz AE et al.: Pharmacokinetics and pharmacodynamics of rocuronium (Org 9426) in elderly surgical patients. *Anesth Analg* 1993; 77: 1193–1197.
22. Yamamoto H, Uchida T, Yamamoto Y et al.: Retrospective analysis of spontaneous recovery from neuromuscular blockade produced by empirical use of rocuronium. *J Anesth* 2011; 25: 845–849. doi: 10.1007/s00540-011-1229-x.
23. Kocabas S, Yedicoçuklu D, Askar FZ et al.: The neuromuscular effects of 0.6 mg kg<sup>-1</sup> rocuronium in elderly and young adults with or without renal failure. *Eur J Anaesthesiol* 2008; 25: 940–946. doi: 10.1017/S0265021508004717.
24. Furuya T, Suzuki T, Kashiwai A et al.: The effects of age on maintenance of intense neuromuscular block with rocuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012; 56: 236–239. doi: 10.1111/j.1399-6576.2011.02605.x.
25. Slavov V, Khalil M, Merle JC et al.: Comparison of duration of neuromuscular blocking effect of atracurium and vecuronium in young and elderly patients. *Br J Anaesth* 1995; 74: 709–711.
26. McCarthy G, Elliott P, Mirakhor RK et al.: Onset and duration of action of vecuronium in the elderly: comparison with adults. *Acta Anaesthesiol Scand* 1992; 36: 383–386.
27. Lien CA, Matteo RS, Ornstein E et al.: Distribution, elimination, and action of vecuronium in the elderly. *Anesth Analg* 1991; 73: 39–42.
28. Kisor DF, Schmith VD, Wargin WA et al.: Importance of the organ-independent elimination of cisatracurium. *Anesth Analg* 1996; 83: 1065–1071.
29. Fisher DM, Claver Canfell P, Fahey MR: Elimination of atracurium in humans: contribution of Hofmann elimination and ester hydrolysis versus organ-based elimination. *Anesthesiology* 1986; 65: 6–12.
30. Kitts JB, Fisher DM, Canfell C et al.: Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Atracurium in the Elderly. *Anesthesiology* 1990; 72: 272–275.
31. Sorooshian SS, Stafford MA, Eastwood NB et al.: Pharmacokinetics and pharmacodynamics of cisatracurium in young and elderly adult patients. *Anesthesiology* 1996; 84: 1083–1091.
32. Jin MH, Park DH, Yang HS et al.: Action duration of atracurium in the elderly patients. *Korean J Anesthesiol* 1997; 33: 1071–1076.
33. Arain SR, Kern S, Ficke DJ: Variability of duration of action of neuromuscular-blocking drugs in elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005; 49: 312–315.
34. Pühringer FK, Heier T, Dodgson M: Double-blind comparison of the variability in spontaneous recovery of cisatracurium- and vecuronium-induced neuromuscular block in adult and elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002; 46: 364–371.
35. Joomye S, Yan D, Wang H et al.: Consumption of cisatracurium in different age groups using a closed loop computer controlled system. *BMC Anesthesiology* 2014; 14: 29. doi: 10.1186/1471-2253-14-29.
36. Eriksson LI, Sato M, Severinghaus JW: Effect of a vecuronium-induced partial neuromuscular block on hypoxic ventilatory response. *Anesthesiology* 1993; 78: 693–699.
37. Eriksson LI, Sundman E, Olsson R et al.: Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans: simultaneous videomanometry and mechanomyography of awake human volunteers. *Anesthesiology* 1997; 87: 1035–1043.
38. Almeida MC, Camargo DR, Linhares SF et al.: Evaluation of residual neuromuscular block and late recurarization in the post-anesthetic care unit. *Rev Bras Anestesiol* 2004; 54: 518–531.
39. Hayes AH, Mirakhor RK, Breslin DS et al.: Postoperative residual block after intermediate-acting neuromuscular blocking drugs. *Anaesthesia* 2001; 56: 312–318.
40. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH et al.: Residual neuromuscular blockade and critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 2008; 107: 130–137. doi: 10.1213/ane.0b013e31816d1268.
41. Aytac I, Postaci A, Aytac B et al.: Survey of postoperative residual curarization, acute respiratory events and approach of anesthesiologists. *Braz J Anesthesiol* 2016; 66: 55–62.

42. *Baillard C, Gehan G, Reboul-Marty J*: Residual curarization in the recovery room after vecuronium. *Br J Anaesth* 2000; 84: 394–395.
43. *Murphy GS, Szokol JW, Avram MJ*: Residual neuromuscular block in the elderly: incidence and clinical implications. *Anesthesiology* 2015; 123: 1322–1336. doi: 10.1097/ALN.0000000000000865.
44. *Cedborg AI, Sundman E, Bodén K et al.*: Pharyngeal function and breathing pattern during partial neuromuscular block in the elderly: effects on airway protection. *Anesthesiology* 2014; 120: 312–25. doi: 10.1097/ALN.0000000000000043.

**Adres do korespondencji:**

*Michał Stankiewicz-Rudnicki*  
*Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii*  
*Uniwersytetu Medycznego w Łodzi*  
*e-mail: mic.str@gmail.com*

*Otrzymano: 7.08.2016 r.*

*Zaakceptowano: 1.09.2016 r.*