

Suxamethonium – stále potřebné?

Cvachovec K.

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny 2. LF UK Praha ve FN Motol, Praha

Katedra anesteziologie a intenzivní medicíny IPVZ Praha

Fakulta zdravotnických studií TU v Liberci

Po desítkách let používání spotřeba suxamethonia zjevně klesá. Anesteziologové – nejen oni – se s tímto farmakem časem naučili pracovat. Vnímají jeho kontraindikace, nikoliv nevýznamné vedlejší účinky a stále upřednostňují jeho užití tam, kde předpokládáný benefit převažuje nad možnými riziky. Dostupná data ukazují, že suxamethonium je stále užíváno, byť se okruh jeho indikací zúžil. Stále je významně používáno při bleskovém úvodu do anestezie či nutnosti rychle zajistit dýchací cesty, v ORL a stomatologické chirurgii, při léčbě elektrošoku, při zvládání některých komplikací během anestezie. Jako u všech myorelaxancií je pro bezpečnost nemocných nutné objektivně zhodnotit odeznění jeho účinku, zvláště když antidotum neexistuje. Námitka, že se jedná o depolarizační blokádu neobstojí. Metody ke sledování jejího odeznění jsou v praxi použitelné a technické prostředky pro tento účel existují a jsou dostupné.

Klíčová slova: suxamethonium, depolarizační svalová blokáda, bleskový úvod do anestezie, tracheální intubace.

Suxamethonium – is it still needed?

After decades of use, the consumption of suxamethonium is decreasing. Anesthetists – and not only they – became accustomed to its use. They respect its contraindications, not unimportant side effects, and use it when perceived benefit prevails over possible risks. Available data show that suxamethonium is still used, although the scope of its indications has diminished. Its use is appropriate during crash induction to anesthesia or whenever the need to secure the airways quickly arises, in ENT and dental or maxillofacial surgery, during electroshock therapy, and in managing certain complications of anesthesia. Like with the use of all neuromuscular blocking agents the recovery from its effect should be objectively assessed. It is the key to the safety of its use. Objections that it is unfeasible in depolarizing blocks can not succeed. Appropriate methods are available and needed technical support is commercially available.

Key words: suxamethonium, depolarizing neuromuscular block, rapid-sequence induction, tracheal intubation.

Farmaka používaná v anesteziologii mají své osudy. Nezřídka byla vnímána zprvu jako významný pokrok. Posléze byl neodmyslitelný prvek každodenní praxe překonán vývojem, následně prakticky opuštěn a nyní není ani dostupný. Koho dnes zajímá d-tubokurarin, halotan, alkuronium? Také depolarizační myorelaxancia mají své osudy. Daleko nejpopulárnějším depolarizačním svalovým relaxanciem bylo a stále ještě je suxamethonium. Ač bylo syntetizováno již počátkem 20. století (!), jeho praktické klinické používání se datuje až od roku 1951 [1]. Bylo používáno v masovém měřítku. K usnadnění zajistit dýchací cesty tracheální intubací bylo, s výjimkou známých kontraindikací, používáno zcela standardně. Bylo univerzálně dostupné a účinné. Je s námi po sedm desítek let. Za tu dobu jsme se naučili žít s jeho nikoliv nepodstatnými vedlejšími účinky. Nemyslím, že by i dnes bylo snadné potkat mladého anesteziologa, který by se s ním v praxi nikdy nesetkal.

Setkáváme se však s autoritativními sděleními, že jeho doba minula a že se suxamethonium nenávratně vydalo na cestu do zapomnění [2]. O poklesu jeho používání pochybovat nelze. Stejně tak nelze pochybovat o jeho vedlejších účincích a problematickém bezpečnostním profilu, který vede některé významné autority k vyjádření, že dnes by tento přípravek pravděpodobně nemohl být vůbec registrován a uveden do praxe. Moderní steroidní nedepolarizující myorelaxancia nabízejí při vhodném dávkování srovnatelné intubační podmínky s nižší četností kontraindikací i nežádoucích lékových účinků [3]. Rychlý zvrát jejich účinku sugamadexem je v případě potřeby možný a dostupný, pomineme-li ovšem otázku nákladů a logistiky. Jsou tedy názory odsuzující suxamethonium k zapomnění oprávněné? K této debatě (a každý kvalifikovaný anesteziolog si jistě vytvoří názor vlastní) si dovoluji svojí úvahou přispět.

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc., MBA, karel.cvachovec@fnmotol.cz

Článek přijat redakcí: 22. 8. 2022; **Článek přijat k tisku:** 5. 12. 2022

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2022;33(5):213-216

WHO zařadila i v roce 2021 suxamethonium do svého seznamu nezbytných léčiv. Z globálního hlediska považuje tento přípravek za neopominutelný [4]. Doporučovaný seznam je v pořadí již 22., a stejně jako ty předchozí je výsledkem expertního konsenzu. Je ale pozoruhodné, že u tak dlouho a často užívaného farmaka jsou data v podstatě slabá. V letech 2003–2014 bylo publikováno pouze 6 randomizovaných kontrolovaných studií týkajících se celkem 864 pacientů. Bylo konstatováno, že dávku 1 mg.kg⁻¹ lze skutečně považovat za zlatý standard. Četnost vynikajících podmínek k intubaci trachey byla uváděna v rozsahu 58–100 %. Naopak, obtížné intubační podmínky byly zjištěny v 0–6,7 %. Při standardní dávce suxamethonia se zjištěná střední doba apnoe pohybovala v intervalu 4–8,2 minut. Při dávkách nižších než 0,5 mg.kg⁻¹ se intubační podmínky zhoršovaly, délka apnoe však klesala. Účinek dávek vyšších než 1 mg.kg⁻¹ nebylo dle dostupných dat možné hodnotit [5].

Cochranovská databáze se podrobně zabývala srovnáním užití rokuronia a suxamethonia k intubaci při bleskovém úvodu do anestezie. Byly zahrnuty dostupné randomizované či kontrolované klinické studie z let 1966–2015. Celkem bylo hodnoceno 50 studií zahrnujících 4 151 pacientů. Užívané dávky rokuronia byly nejméně 0,6 mg.kg⁻¹ a suxamethonia 1 mg.kg⁻¹. Na základě střední síly důkazů podle metodiky GRADE vytvořilo suxamethonium ve srovnání s rokuroniem lepší intubační podmínky. Závažné vedlejší účinky zaznamenány nebyly [6]. Předmětem zkoumání pozdější metaanalýzy a přehledového review bylo také srovnání suxamethonia a rokuronia k zajištění dýchacích cest při bleskovém úvodu do anestezie. Celkem bylo zahrnuto 59 studií s celkem 6 249 pacienty, kteří se podrobili elektivním či neodkladným operacím. Byť předložené důkazy byly hodnoceny podle klasifikace GRADE jako velmi nízké kvality bylo konstatováno, že při dávkách rokuronia 1–1,2 mg.kg⁻¹ a suxamethonia 1–1,5 mg.kg⁻¹ suxamethonia nebyly zjištěny klinicky významné rozdíly v intubačních podmínkách. Na základě dostupných důkazů tak nelze při bleskovém úvodu do anestezie žádné ze zmiňovaných farmak upřednostňovat [7]. Obsáhla studie s majoritou domácích autorů se zabývala současnou praxí bleskového úvodu do anestezie. Studie proběhla pod záštitou ESAIC i ČSARIM a zúčastnilo se jí 1 921 respondentů (více než ¾ z nich byli plně kvalifikovaní anesteziologové) z 58 převážně evropských zemí. Při bleskovém úvodu do anestezie u hemodynamicky stabilních dospělých pacientů upřednostňovala použití suxamethonia více než polovina z nich (56 %). Nižší užití vykazalo suxamethonium u dětí (48,3 %) [8].

Prospektivní multicentrická observační studie ve Velké Británii potvrdila, že suxamethonium je při úvodu do anestezie v gynekologii a porodnictví stále dominujícím relaxanciem. Data byla získána z 3 117 anesteziologických výkonů, z nichž 81,9 % bylo pro porod císařským řezem. K zajištění intubace trachey bylo suxamethonium užito v 86,1 % [9]. Pozoruhodný vzhled do anesteziologické praxe v Dánsku nabízí retrospektivní observační studie, která proběhla v letech 2014–2016 [10]. Zahrnuje celkem 30 430 pacientů, kterým byla podána myorelaxancia. Suxamethonium, ať už jako jediné relaxans či použité při úvodu s následným použitím nedepolarizujícího farmaka, bylo užito u 61,2 % pacientů. Pozoruhodné je, že akceleromyografie byla užita k monitoraci nervosvalové blokády i u 30 % pacientů, kteří dostali pouze suxamethonium.

Bleskový úvod však již dlouho není výsadou anesteziologů. Na urgentních příjmech zdravotnických zařízení často vzniká potřeba zajistit dýchací cesty u pacientů ohrožených regurgitací a aspirací žaludečního obsahu. I zde je používání suxamethonia časté. V retrospektivní studii bylo konstatováno, že k bleskovému zajištění dýchacích cest bylo ve sledovaných zařízeních v letech 2013–2018 použito suxamethonium v 75,4 % [11]. Zbývající pacienti byli intubováni s použitím rokuronia či vekuronia. Celkem bylo ve sledovaném období provedeno 36 059 intubací s bleskovým úvodem. Z těchto kriticky nemocných pacientů jich z jakýchkoliv příčin během a bezprostředně po zajištění dýchacích cest zemřelo 14 (0,04 %). Po přepočtu byla hypoteticky celková smrtnost při bleskovém úvodu 39/100 000 pacientů. Při použití suxamethonia to bylo 22/100 000, při použití rokuronia 75/100 000 a vekuronia dokonce 230/100 000. V kombinované skupině s použitím buď rokuronia, či vekuronia to bylo 90/100 000. Autoři přiznávají široký rozsah kontraindikací a možných vedlejších účinků suxamethonia. Přesto bylo suxamethonium použito i u 80 % pacientů s pokročilým renálním selháním – ve srovnání s rokuroniem či vekuroniem, případně oběma, kde byla četnost užití jen 5,1–20 %. Nutnost provést akutní bronchoskopii po bleskovém úvodu byla celkem v 1,5 %. Po užití suxamethonia to bylo v 0,81 %, po užití rokuronia či vekuronia v 3,5 %. S ohledem na povahu studie však jistě nelze činit dalekosáhlé závěry. U těžce poraněných s poruchou vědomí je důležité rychlé zajištění dýchacích cest bez navození hypoxemie, definované jako SaO₂ < 90 %. Retrospektivně bylo identifikováno 246 pacientů vyhovujících zadaným kritériím. Zajištění dýchacích cest bylo na první pokus úspěšné u 89 % pacientů bez rozdílu, zda bylo užito suxamethonium či rokuronium. Na základě multivariantsí regrese analýzy bylo zjištěno, že vysoké Glasgow Coma Scale (13–15) a užití suxamethonia bylo spojeno s nižší četností hypoxemie [12]. Zajištění dýchacích cest tracheální intubací je prováděno i v prehospitalizační fázi, v terénu. Bleskový úvod je standardním postupem lékaře – záchranáře. Použitelné je rokuronium i suxamethonium, přestože toto je zatíženo vyšším rizikem nežádoucích účinků. Cílem randomizované zaslepené multicentrické studie bylo praktické srovnání užití 1,2 mg.kg⁻¹ rokuronia s 1 mg.kg⁻¹ suxamethonia. Zpětně byly analyzovány záznamy 1 226 pacientů [13]. První pokus o intubaci byl úspěšný v případě rokuronia v 74,6 %, po užití suxamethonia ve 79,4 % – neprokázala se nižší úspěšnost po rokuroni. V četnosti sledovaných vedlejších účinků nebyly shledány rozdíly.

Francouzští kolegové také zjišťovali výskyt náhlé zástavy oběhu během úvodu a do 15 minut po jeho provedení [14]. Do studie bylo zahrnuto 1 226 pacientů, k náhlé zástavě oběhu došlo u 35 (2,8 %). Multivariantsí analýza zjistila větší pravděpodobnost zástavy oběhu, pokud bylo k zajištění dýchacích cest místo suxamethonia použito rokuronium (p = 0,03), dalšími faktory byla obezita, obtížná intubace a preexistující hypoxemie. Pokles použití suxamethonia v prostředí jednodenní chirurgie ukazuje studie hodnotící 5,2 milionu (!) dospělých ambulantních pacientů, kteří byli v celkové anestezii operováni v letech 2009–2014. Suxamethonium samotné jich dostalo méně než 9 %, suxamethonium následované rokuroniem či vekuroniem dalších 15,4 %. Pokles užívání suxamethonia zjevně souvisel s dostupností sugammadexu spolu s vyšším využíváním nedepolarizačních myore-

laxancií [15]. Rozsáhlá retrospektivní studie vycházející z údajů o téměř ¼ milionu nekardiochirurgických pacientů zkoumala možnou spojitost mezi užitím myorelaxancií a pooperačními plicními komplikacemi [16]. Za ty byly považovány arteriální desaturace $< 90\%$ SaO_2 během 10 minut po extubaci a reintubace vyžadující přijetí do intenzivní péče během 7 pooperačních dnů – jistě co do významu ne zcela srovnatelná kritéria. Vyskytly se u 5,4 % operovaných. Suxamethonium (samotné, v infuzi, opakovaný bolus, podání následované nedepolarizujícím relaxanciem) bylo dle záznamů podáno 38 % pacientů ve střední dávce $1,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. U pacientů, kteří dostali pouze buď jen suxamethonium (24,2 % operovaných) nebo jen nedepolarizující myorelaxans (12,1 %) se riziko pooperačních plicních komplikací nelišilo. Byla také zkoumána souvislost mezi užitou dávkou suxamethonia a vznikem sledovaných komplikací. S rostoucí dávkou byla četnost pooperačních plicních komplikací vyšší. Suxamethonium bylo též asociováno s prodlouženým pobytem na probouzecím pokoji, nikoliv však s potřebou neinvazivní plicní ventilace či s nutností reintubace a přijetí do intenzivní péče v průběhu 7 pooperačních dnů. Infuzní užití suxamethonia (střední celková dávka $3,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) bylo možné spojit s vyšším rizikem pooperačních komplikací, riziko bylo nižší u opakovaně podaných bolusů. Takové způsoby podávání však byly zjevně minoritní. Tam, kde po podání suxamethonia následovalo nedepolarizující myorelaxans, byly pooperační komplikace častější jen u operací kratších než 2 hodiny, u delších výkonů nebyla taková spojitost nalezena. U ambulantních výkonů byla po suxamethoni zjištěna častější rehospitalizace v průběhu 30 pooperačních dnů. Zobecnění poznatků musí vzít v úvahu retrospektivní povahu observační studie, nicméně objem dat jistě opravňuje autory k doporučením pro klinickou praxi. U každého farmaka s nepochybným iatrogenním potenciálem musí být jasná indikace zohledňující míru rizika a očekávaný prospěch pro pacienta. U všech výkonů, kdy jsou myorelaxancia použita, je nutné zajistit plné zotavení pacienta z jejich účinku. To nelze ověřit bez příslušné monitorace – o míře jejího využívání se však studie nezmiňuje. Tato zjištění vyvolala okamžitou reakci. Je tato studie tím příslovečným hřebíčkem do rakve suxamethonia [2]? Významné autority zdůrazňují širokou paletu jeho nepříznivých vedlejších účinků. Podivují se stále vysoké četnosti jeho užívání. Oprávněně poukazují na neudržitelnost opakovaného či infuzního podávání a zpochybňují jeho indikaci u ambulantních pacientů. Ze skeptického vyznění tohoto sdělení je však jeden důležitý závěr – účinek a především odeznění účinku všech myorelaxancií je potřeba monitorovat, doba „klinického hodnocení“ minula – to platí pro depolarizační i nedepolarizační blokádu. Zdrženlivější stanovisko k úplnému opuštění suxamethonia bylo reakcí

na předchozí korespondenci. Je argumentačně opřeno m. j. o jeho jedinečné farmakodynamické vlastnosti [17]. Po podání dávky $1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ je typicky během 60 s navozena úplná paralýza kosterního svalstva a ke spontánnímu zotavení nervosvalového přenosu běžně dojde během následujících 10 minut. I nižší dávka zaručí dobré intubační podmínky a zotavení je uspišeno. Také prekurarizace malou dávkou nedepolarizujícího relaxancia urychlí zotavení. Autoři připouštějí, že nedávná praxe použití depolarizujícího relaxancia k intubaci a následné použití nedepolarizujícího přípravku mizí, stejně jako opakované dávky suxamethonia či jeho kontinuální podávání. Přese všechno, mělo by být však stále k dispozici a měli bychom ho umět užívat. Stesky, že monitorace hloubky a odeznění depolarizační svalové blokády je nemožná, neobstojí. Stávající dostupné technologie jsou schopné vyrovnat se s elektrofyziologickými projevy depolarizační blokády. Ta je charakterizována snížením odpovědi při fázickém i tetanickém dráždění, přičemž odpověď je snížena konstantně a nevykazuje únavu při opakovaném dráždění. Nenacházíme posttetanickou facilitaci [1]. Srovnávat odpověď po rozvinutí účinku relaxancia s odpovědí předcházející jeho aplikaci je možné. Tyto odpovědi prostě lze porovnat nebo srovnat referenční odpověď se čtvrtou odpovědí „train-of-four“, Tref vs. T4. Korelace obou metod je velmi dobrá a prakticky využitelná. Prostředky k monitoraci jsou komerčně dostupné [10, 18]. Doba univerzálního použití suxamethonia nepochybně minula. Byť je oceňován rychlý nástup i včasné odeznění jeho účinku, nelze přehlédnout možnou interindividuální variabilitu zotavení danou vrozenými či získanými odlišnostmi aktivity příslušné cholinesterázy. Může být spouštěčem maligní hypertermie, je kontraindikován při hyperkalemii a sám ji může za určitých okolností navodit (příčná míšní léze, popáleniny, sepse). Zvyšuje nitrobršňí, nitrooční i nitrolební tlak. Svalové bolesti po jeho užití jsou často silně vnímány, především u mladých žen. To vše je příčinou zjevného ústupu jeho používání. Je to farmakon způsobující v běžně užívaných dávkách minuty trvající svalovou paralýzu a apnoe. K takovým farmakům – to se týká všech myorelaxancií – je nutno přistupovat s respektem. Vždy je třeba zvážit jejich potřebu, očekávaný přínos i související rizika. V současnosti je oprávněně stále ještě používáno při bleskovém úvodu do anestezie – především v porodnictví, při léčbě elektrošoky, k řešení laryngospasmu, u některých výkonů v dutině ústní i nosní (stomatochirurgie, ORL) a při nutnosti tracheální intubace na urgentním příjmu či mimo zdravotnická zařízení. Jeho statut nezbytného léčiva je stále oprávněný. Každý anesteziolog by o něm měl znát vše potřebné a měl by mít možnost získat robustní zkušenost v jeho používání.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována ani není zadána k recenznímu řízení. Údaje nebyl prezentovány formou přednášky, ani jinou formou. **Střet zájmů:** V souvislosti s tématem práce nemám střet zájmů. **Podíl autorů:** Je jediný autor (100%). **Financování:** Práce vznikla s institucionální podporou firmy VUAB pharma, a. s., Česká republika. **Poděkování:** N/A. **Registrace:** N/A. **Projednání etickou komisí:** N/A.

LITERATURA

1. Wylie WD, Churchill-Davidson HC. A Practice of Anaesthesia. 3rd ed. Londýn: Lloyd-Luke (Medical Books) Ltd., 1972, p. 1549. ISBN 085324 094 9.
2. Blobner M, Hunter JM. Another nail in the coffin of succinylcholine? Br J Anaesth. 2020 Oct;125(4):423–425. doi: 10.1016/j.bja.2020.06.025. Epub 2020 Jul 15. PMID: 32682561.
3. Lee C. Goodbye suxamethonium! Anaesthesia. 2009 Mar;64 Suppl 1:73–81. doi: 10.1111/j.1365-2044.2008.05873.x. PMID: 19222434.
4. WHO model list of essential medicines – 22nd list. 2021. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-MHP-HPSE-EML-2021.01>.
5. Putzu A, Tramèr MR, Giffa M, Czarnetzki C. The optimal dose of succinylcholine for rapid sequence induction: a systematic review and meta-analysis of randomized trials.

BMC Anesthesiol. 2020 Mar 2;20(1):54. doi: 10.1186/s12871-020-00968-1. PMID: 32122305; PMCID: PMC7053066.

6. Tran DT, Newton EK, Mount VA, Lee JS, Wells GA, Perry JJ. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. Cochrane Database Syst Rev. 2015 Oct 29;2015(10):CD002788. doi: 10.1002/14651858.CD002788.pub3. PMID: 26512948; PMCID: PMC7104695.

7. de Carvalho CC, da Silva DM, de Athayde Regueira SLP, de Souza ABS, Rego CO, Ramos IB, et al. Comparison between rocuronium and succinylcholine for rapid sequence induction: A systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials. J Clin Anesth. 2021 Sep;72:110265. doi: 10.1016/j.jclinane.2021.110265. Epub 2021 Apr 2. PMID: 33819827.

8. Klucka J, Kosinova M, Zacharowski K, De Hert S, Kratochvil M, Toukalkova M, et al. Rapid sequence induction: An international survey. Eur J Anaesthesiol. 2020 Jun;37(6):435-442. doi: 10.1097/EJA.0000000000001194. PMID: 32221099; PMCID: PMC7259384.

9. Odor PM, Bampoe S, Moonesinghe SR, Andrade J, Pandit JJ, Lucas DN; Pan-London Perioperative Audit and Research Network (PLAN), for the DREAMY Investigators Group. General anaesthetic and airway management practice for obstetric surgery in England: a prospective, multicentre observational study. Anaesthesia. 2021 Apr;76(4):460-471. doi: 10.1111/anae.15250. Epub 2020 Sep 21. PMID: 32959372.

10. Thomsen JLD, Staehr-Rye AK, Mathiesen O, Hägi-Pedersen D, Gätke MR. A retrospective observational study of neuromuscular monitoring practice in 30,430 cases from six Danish hospitals. Anaesthesia. 2020 Sep;75(9):1164-1172. doi: 10.1111/anae.15083. Epub 2020 May 15. PMID: 32412659; PMCID: PMC7496504.

11. Wilson JW, Gillen JP, Maute T. Patient Safety during Rapid Sequence Intubation When Using Succinylcholine Instead of Nondepolarizing Paralytic Agents: Should We Change a Common Rapid Sequence Intubation Pathway? J Emerg Trauma Shock. 2020 Oct-Dec;13(4):264-268. doi: 10.4103/JETS.JETS_92_18. Epub 2020 Dec 7. PMID: 33897142; PMCID: PMC8047958.

12. West JR, O'Keefe BP, Russell JT. Predictors of first pass success without hypoxemia in trauma patients requiring emergent rapid sequence intubation. Trauma Surg Acute Care Open. 2021 Jun 30;6(1):e000588. doi: 10.1136/tsaco-2020-000588. PMID: 34263062; PMCID: PMC8246356.

13. Guihard B, Chollet-Xémard C, Lakhnati P, Vivien B, Broche C, Savary D, et al. Effect of Rocuronium vs Succinylcholine on Endotracheal Intubation Success Rate Among Patients Undergoing Out-of-Hospital Rapid Sequence Intubation: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2019 Dec 17;322(23):2303-2312. doi: 10.1001/jama.2019.18254. PMID: 31846014; PMCID: PMC6990819.

14. Gil-Jardiné C, Jabre P, Adnet F, Nicol T, Ecollan P, Guihard B, et al. Incidence and factors associated with out-of-hospital peri-intubation cardiac arrest: a secondary analysis of the CURASMUR trial. Intern Emerg Med. 2022 Mar;17(2):611-617. doi: 10.1007/s11739-021-02903-9. Epub 2022 Jan 17. Erratum in: Intern Emerg Med. 2022 Feb 12; PMID: 35037125.

15. Bash LD, Black W, Turzhitsky V, Urman RD. Neuromuscular Blockade and Reversal Practice Variability in the Outpatient Setting: Insights From US Utilization Patterns. Anesth Analg. 2021 Dec 1;133(6):1437-1450. doi: 10.1213/ANE.0000000000005657. PMID: 34784330.

16. Schaefer MS, Hammer M, Santer P, Grabitz SD, Patrocinio M, Althoff FC, et al. Succinylcholine and postoperative pulmonary complications: a retrospective cohort study using registry data from two hospital networks. Br J Anaesth. 2020 Oct;125(4):629-636. doi: 10.1016/j.bja.2020.05.059. Epub 2020 Jul 10. PMID: 32654742.

17. Kopman AF, Brull SJ. Not another requiem for succinylcholine. Comment on Br J Anaesth 2020; 125: 423-5. Br J Anaesth. 2020 Oct;125(4):e349-e350. doi: 10.1016/j.bja.2020.07.007. Epub 2020 Aug 1. PMID: 32747076.

18. Schmartz D, Chénard L, Baumann C, Fuchs-Buder T. A modified train-of-four ratio to assess recovery from depolarizing neuromuscular blockade after succinylcholine, a prospective observational study. J Clin Monit Comput. 2021 Oct;35(5):1133-1138. doi: 10.1007/s10877-020-00560-5. Epub 2020 Jul 20. PMID: 32691282.