

Antagonizace nervosvalové blokády sugammadexem vs. neostigminem u pacientů podstupujících roboticky asistované urologické výkony – vliv na čas extubace a kvalitu zotavení – monocentrická prospektivní randomizovaná studie

Schraml J.¹, Kokoška V.¹, Broul M.^{1,2}, Škulec R.^{3,4}, Škola J.³, Astapenko D.⁵, Černý V.^{3,5,6-8}

¹ Klinika urologie a robotické chirurgie, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem

² Sexuologické oddělení, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem

³ Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem

⁴ Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje

⁵ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Hradec Králové a Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova

⁶ Centrum pro výzkum a vývoj, Fakultní nemocnice Hradec Králové

⁷ Department of Anesthesia, Pain Management and Perioperative Medicine, Dalhousie University, Halifax, Kanada

⁸ Technická univerzita v Liberci

Cíl studie: Cílem studie bylo testování hypotézy, že použití sugammadexu zkracuje dobu do extubace ve srovnání s použitím neostigminu u pacientů podstupujících roboticky asistované urologické výkony.

Typ studie: Monocentrická prospektivní randomizovaná studie.

Typ pracoviště: Krajská a univerzitní nemocnice.

Materiál a metoda: Šedesát dospělých pacientů podstupujících laparoskopický roboticky asistovaný urologický výkon bez kontraindikací k podání rokuronia, neostigminu a sugammadexu, kterým byla peroperačně monitorována hloubka nervosvalové blokády. Pacienti byli randomizováni do skupiny s antagonizací nervosvalové blokády neostigminem nebo sugammadexem. Primárním cílem byla doba od podání antidota do extubace.

Výsledky: Do studie bylo zařazeno 61 pacientů ASA I–III. Doba do extubace byla významně kratší ve skupině s podáním sugammadexu v porovnání s neostigminem: 10; 3,5–35 minut, resp. 45; 16–88 minut, $p < 0,00001$ (data ve formátu průměr; rozmezí minimum–maximum). Pacienti ve skupině se sugammadexem byli též významně dříve transportováni z operačního sálu. V kvalitě i rychlosti zotavení po 72 hodinách nebyly mezi skupinami odlišnosti.

Závěr: Sugammadex statisticky významně urychlil čas od podání do extubace u pacientů ASA I–III po roboticky asistovaném urologickém laparoskopickém výkonu v porovnání s neostigminem. Sugammadex vedl ke zkrácení času transportu pacientů z operačního sálu.

Klíčová slova: sugammadex, neostigmin, nervosvalová blokáda, robotická chirurgie, extubace.

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

prof. MUDr. Vladimír Černý, Ph.D., FCCM, cernyvla1960@gmail.com

Článek přijat redakcí: 18. 4. 2021; Článek přijat k tisku: 20. 10. 2021;

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2021; 32(4–5): 191–196

Antagonization of neuromuscular blockade by sugammadex vs. neostigmine in patients undergoing robotic-assisted urological procedures – effect on extubation time and quality of the recovery – monocentric prospective randomized study

Objective: The aim of the study was to test the hypothesis that the use of sugammadex shortens the time to extubation compared to the use of neostigmine in patients undergoing robotically assisted urological procedures.

Design: Monocentric prospective randomized study.

Setting: Tertiary Care Hospital.

Material and methods: Sixty adult patients undergoing robotic-assisted urological laparoscopic surgery without contraindications to the administration of rocuronium, neostigmine and sugammadex, with perioperative monitoring of the depth of neuromuscular blockade. Patients were randomized to the group with antagonization of the neuromuscular blockade with either neostigmine or sugammadex. Primary outcome was time to extubation from injection of the antagonist.

Results: Sixty-one patients with ASA I–III were enrolled. The time to extubation was significantly shorter in the sugammadex group compared to neostigmine group: 10; 3.5–35 minutes, 45; 16–88 minutes respectively, $p < 0.00001$ (data shown as an average; minimum – maximum range). In addition, patients in the sugammadex group were transported significantly faster from the operating room. There were no differences in the quality and rate of recovery in 72 hours postoperatively.

Conclusion: Sugammadex statistically significantly accelerated the time from administration to extubation in ASA I–III patients after robotic-assisted urologic laparoscopic surgery compared to neostigmine. Thus, sugammadex significantly accelerated the patients' operating room turn-over time.

Key words: sugammadex, neostigmine, neuromuscular blockade, robotic surgery, extubation.

Úvod

Zavedení sugammadexu do klinické praxe znamenalo zásadní přelom v antagonizaci účinku nedepolarizujících relaxancií a změnilo pohled na možnosti ovlivnění reziduální nervosvalové blokády (rNMB) [1–3]. Reziduální svalová blokáda není klinickým vyšetřením spolehlivě rozpoznatelná [4], přestože podle některých autorů určitá míra klinické korelace existuje [5]. Sugammadex je v řadě prací považován za „superiorní“ ve srovnání s neostigminem v antagonizaci účinku vekuronu a rokuronu [6, 7]. Existují však studie, které s tímto názorem polemizují a daný závěr nepotvrzují [8, 9].

Doba do extubace pacientů po celkové anestezii s využitím svalové relaxace je jedním z významných faktorů efektivního využití operačních sálů ve smyslu zotavení pacientů z anestezie a možnosti jejich odvozu z operačního sálu [10–12]. Přítomnost rNMB může být jedním z důvodů nemožnosti, resp. oddálení extubace po konci operace, zejména tam, kde je vyžadována svalová relaxace a maximální nehybnost operačního pole po celou dobu výkonu, u robotických výkonů prakticky až do uzavření operační rány.

Dostatečné zotavení z rNMB (bez ohledu, jak je různými autory definováno) je nejenom zásadním předpokladem bezpečné extubace, ale plné obnovení funkce nervosvalové ploténky s velkou pravděpodobností snižuje riziko pooperačních plicních komplikací u výkonů s použitím svalových relaxancií [13, 14]. Antagonizace sugammadexem byla v recentní rozsáhlé analýze téměř 46 000 pacientů ve srovnání s neostigminem spojena s významným snížením rizika rozvoje komplikací se vztahem k dýchacímu systému, včetně pooperačního respiračního selhání [15].

Pracoviště autorů trvale usiluje o optimalizaci všech procesů zvyšujících efektivitu využití operačních sálů. Roboticky asistované operace jsou hrazeny v režimu, který představuje silnou ekonomickou

motivaci pro jejich maximální možné navýšení. Jednou z možností je minimalizace času mezi operacemi (tzv. turn-over time), na kterém se významně podílí čas extubace a zotavení pacienta umožňující překlad do etapy poanestetické péče.

Cílem studie bylo testování hypotézy, že použití sugammadexu zkracuje dobu do extubace ve srovnání s použitím neostigminu v kombinaci s atropinem u pacientů podstupujících roboticky asistované urologické výkony. Dalším cílem bylo posouzení kvality zotavení pacientů po operaci s využitím vybraných domén PQRS skóre (PQRS = the post-operative quality recovery scale) [16] v závislosti na volbě farmaka pro antagonizaci.

Soubor a metoda

Typ studie: prospektivní randomizovaná nezaslepená.

Provedení studie bylo odsouhlaseno Etickou komisí Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem.

Kritéria vstupu do studie (všechna kritéria musela být splněna)

- Informovaný souhlas se zařazením do studie s podpisem pacienta
- Věk nad 18 let
- Plánovaný roboticky asistovaný urologický výkon s požadavkem svalové relaxace
- Nepřítomnost kontraindikace k podání rokuronu, neostigminu a sugammadexu
- U žen nepřítomnost používání hormonální antikoncepce
- Dostupnost peroperační monitorace hloubky nervosvalové blokády metodou „train of four“ (TOF)

Pracoviště

- Centrální operační sály Masarykovy nemocnice Ústí nad Labem
- Klinika urologie a robotické chirurgie, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem
- Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem

Intervence

- Svalová relaxace výhradně rokuroniem
- Antagonizace nervosvalové relaxace byla indikována při hodnotě TOF count ≥ 2 s použitím sugammadexu (SUG) nebo neostigminu (NEO) podle randomizace. Dávkování SUG i NEO bylo v souladu se souhrnem údajů o daném léčivém přípravku v rozmezí 0,05–0,07 mg/kg tělesné hmotnosti, souběžně byl podán atropin v dávce 0,5 mg. Obvyklá celková dávka NEO byla 1 mg nebo 1,5 mg.
- Celková anestezie byla po úvodu propofolem vedena kombinací sufentanilu a sevofluranu s nosnou směsí vzduch/kyslík bez použití oxidu dusného. Dávky anestetik byly v pásmu určeném souhrnem údajů o daném léčivém přípravku.

Primární cílový ukazatel

- Doba od podání SUG, resp. NEO do extubace (minuty)

Sekundární cílové ukazatele

- Doba od podání SUG, resp. NEO k dosažení hodnoty TOF% > 90 (minuty)
- Doba od podání SUG, resp. NEO k okamžiku, kdy je pacient schopný transportu z operačního sálu (minuty)
- Skóre PQRS = nástroj hodnotící míru pooperačního zotavení v šesti doménách [16], pro účely studie jsme použili k hodnocení krátkodobého zotavení v nemocničním prostředí jen domény I–IV.
 - Fyziologická doména: Mezi měřené parametry patří systolický krevní tlak, srdeční frekvence, teplota, dechová frekvence, saturace kyslíkem. Tyto parametry ukazují na fyziologické zotavení. Další měřené parametry této domény představují kontrola dýchacích cest, stupeň agitace, stupeň vědomí a schopnost vyhovět výzvě.
 - Nociceptivní doména: Pacient hodnotí bolest a nauzeu. K usnadnění odpovědi je použita 1–5 Likert Rating Scale používající obličejové piktogramy.
 - Emoční doména: Pacient hodnotí pocity úzkosti a deprese. Způsob hodnocení je obdobný jako u předchozí domény.
 - Kognitivní doména: V této doméně je hodnocena orientace, slovní paměť, exekutivní funkce, pozornost a koncentrace pomocí definovaných testů.
 - Doména aktivit denního života: Hodnocení návratu k normálnímu fyzickému stavu prostřednictvím hodnocení aktivit denního života (schopnost stát, jít, obléknout se bez pomoci druhé osoby, schopnost jíst, pít).
 - Celková perspektiva pacienta: Hodnotí se rychlost zotavení pacientů s ohledem na jejich aktivity života, jasnost myšlení, schopnost pracovat, spokojenost s anesteziologickou péčí.

Další sledované ukazatele

- Základní demografické ukazatele (věk, výška, tělesná hmotnost, pohlaví)
- Klasifikace podle ASA
- Typ výkonu
 - robotická prostatektomie
 - robotická cystektomie
 - robotická nefrektomie
 - jiný roboticky asistovaný urologický výkon
- Hodnota „TOF%“ (přístroj TOF Watch SX, Organon, Ireland Ltd., Drynam Road, Swords, Co. Dublin, Ireland), stimulace n. ulnaris, vyhodnocení svalové odpovědi m. adductor pollicis, kalibrovaný mód, interval 60 sekund se záznamem hodnot:
 - za 10 minut od podání první dávky rokuronia a po 10 minutách každé další dávky rokuronia
 - před podáním NEO nebo SUG
 - před extubací
- Celková dávka podaného rokuronia
- Doba výkonu = čas od incize k času krytí operační rány po ukončení výkonu (minuty)
- Doba anestezie = čas od zahájení anesteziologické péče do extubace (minuty)
- Závažné nežádoucí příhody nebo komplikace typu „all cause“ během anestezie/operace a v průběhu prvních 24 hodin po operaci

Kalkulace velikosti souboru

Na základě analýzy existující literatury o trvání „reversal time“ (RT) pro rokuronium při použití NEO a SUG při střední hloubce bloku (10,5 vs. 1,5 minuta), předpokladu minimálně 50% zkrácení doby RT při použití SUG a nastavení statistické chyby typ I = 0,05 a síly studie 95 % je minimální počet 8 pacientů v každé skupině (NEO a SUG), tzn. celkem 16 pacientů. Velikost souboru byla nastavena na celkový počet 60 pacientů (30 pro každou skupinu). Ke kalkulaci byl použit volně dostupný program <https://clincalc.com/stats/samplesize.aspx>.

Randomizace

Pacienti byli randomizováni na základě schématu generovaného volně dostupným programem <https://www.sealedenvelope.com/simple-randomiser/v1/lists> (randomizační list je dostupný u korespondujícího autora práce).

Zařazování pacientů do studie

Pacienty do studie zařazoval MUDr. Václav Kokoška, po splnění vstupních kritérií a získání informovaného souhlasu pacienta byl pacient zařazen podle pořadí v generovaném schématu do skupiny NEO nebo SUG.

Statistické metody

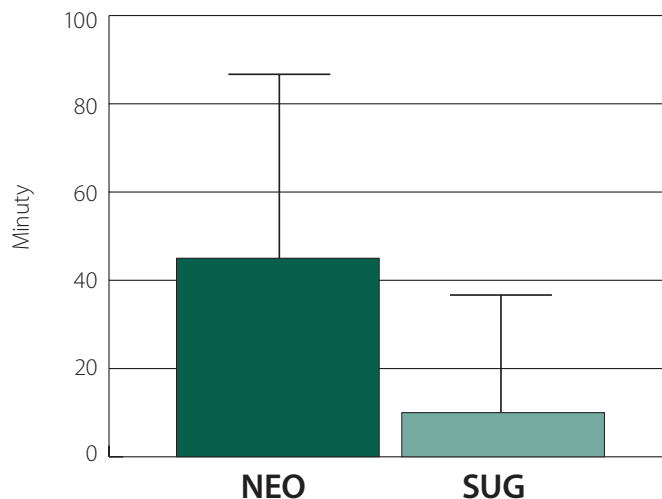
Data jsou podle své povahy prezentována jako průměr a směrodatná odchylka (SD), rozmezí (minimum–maximum), případně jako medián a kvartilové rozpětí. Pro statistické hodnocení byly použity podle povahy analyzovaných dat deskriptivní statistické metody, t-test, Mann-Whitney U Test, Z-test. Za hladinu významnosti byla považována hodnota

$p < 0,05$. Ke statistickému zpracování byl použit statistický program Prism 9 for macOS (Verze 9.1.0).

Výsledky

Do studie bylo zařazeno celkem 61 pacientů s ASA I–III. Skupinu NEO tvořilo 31 pacientů, skupinu SUG tvořilo 30 pacientů. Základní charakteristiku obou skupin ukazuje tabulka 1. Primární cílový ukazatel – doba od podání antagonisty nervosvalové blokády do extubace byla ve skupině SUG statisticky významně kratší ve srovnání se skupinou NEO (průměr; rozmezí: 10; 3,5–35 min, resp. 45; 16–88 min, $p < 0,00001$), graf 1. Rovněž doby od podání antagonizace do dosažení TOF% > 90 a do možnosti transportu pacienta z operačního sálu byly statisticky signifikantně kratší ve skupině SUG (tab. 2). U 6 pacientů ve skupině NEO nebylo dosaženo po podání standardní dávky NEO hodnoty TOF % > 90 a byla podána další dávka neostigminu nebo sugammadexu podle klinické úvahy anesteziologa, volba farmaka nebyla v „case report form“ (CRF) zaznamenána. V hodnotách domén PQRS I–IV předoperačně a za 72 hodin po operaci nebyly mezi skupinami signifikantní rozdíly (tabulka 2). Závažné nežádoucí příhody nebyly u pacientů během jejich

Graf 1. Doba do extubace



NEO = skupina s neostigminem

SUG = skupina se sugammadexem

Tab. 1. Charakteristika souboru

	Skupina NEO (n = 31)	Skupina SUG (n = 30)	Statistická významnost (p)
Muži/ženy	29/2	27/3	NS
Věk (roky)	63 (30–77)	64 (44–76)	NS
Tělesná hmotnost (kg)	87 (62–116)	86 (52–135)	NS
ASA klasifikace:			
■ ASA I	1	7	NS
■ ASA II	25	17	
■ ASA III	3	5	
■ neuvedeno	2	1	
Doba výkonu (minuty)	103 (52–238)	97 (23–160)	NS
Doba anestezie (minuty)	155 (78–330)	115 (41–175)	$p = 0,007$
Robotická prostatektomie	25	24	NS
Robotická cystektomie	0	0	NS
Robotická nefrektomie	0	0	NS
Jiný roboticky asistovaný urologický výkon	6	6	NS
Celková dávka ROC (mg)	68 (50–130)	66 (50–100)	NS

NEO = neostigmin, SUG = sugammadex, ROC = rokuronium, NS = nevýznamná, data jsou prezentována jako průměr a rozmezí (minimum–maximum).

Tab. 2. Sekundární cílové ukazatele

	Skupina NEO (n = 31)	Skupina SUG (n = 30)	Statistická významnost (p)
TOF% před antagonizací	8 ± 13	3 ± 5	$p = 0,0557$
Doba od podání antagonizace k dosažení TOF% > 90 (minuty)	40 ± 22 (5,5–82)	4,8 ± 6 (1,3–31)	$p < 0,00001$
Doba od podání antagonizace k transportu z operačního sálu (minuty)	47 ± 21 (17–90)	13,3 ± 5,6 (9–36)	$p < 0,00001$
PQRS předoperačně			NS
• Fyziologická doména	26,1; 26	26,6; 27	
• Nociceptivní doména	2,1; 2	2,1; 2	
• Emoční doména	3,2; 3	3; 3	
• Kognitivní doména	20,3; 20	19,6; 19	NS
PQRS 72 hodin			
• Fyziologická doména	26,3; 26	26,6; 27	
• Nociceptivní doména	2,6; 2	2,6; 3	
• Emoční doména	2,2; 2	2,3; 2	
• Kognitivní doména	21,3; 21	20,7; 20	

SD = směrodatná odchylka, NS = nevýznamná, data jsou prezentována jako průměr ± směrodatná odchylka a rozmezí (minimum–maximum) nebo jako průměr; medián.

pobytu v nemocnici zaznamenány, pouze jeden pacient ve skupině NEO podstoupil za cca 24 hodin od provedení primárního výkonu (roboticky asistovaná prostatektomie) operační revizi pro hemoperitoneum.

Diskuze

Výsledky studie potvrdily testovanou hypotézu zkrácení doby do extubace u pacientů antagonistizovaných sugammadexem, současně došlo ke zkrácení doby od konce anestezie k okamžiku transportu pacienta z operačního sálu v podmínkách pracoviště autorů. Zotavení z operace probíhalo identicky v obou skupinách.

Doba do extubace je jedním z faktorů ovlivňující efektivitu operačních sálů. Její zkrácení může, za předpokladu fungující organizace chodu sálů, přispět k urychlení odvozu pacienta na dospávací jednotku a zkrátit turn-over time. Při teoretické kalkulaci bylo na každý robotický výkon při použití sugammadexu (výpočet z průměrné doby od podání antagonistizace k transportu z operačního sálu) „získáno“ cca 30 minut ($47 - 13 = 34$). Při průměrné době operačního výkonu cca 100 minut a stávající praxe na pracovišti autorů (obvykle 2–3 robotické výkony denně) to znamená teoreticky zisk času téměř pro jeden další výkon stejné délky, nebo pro provedení jiných kratších výkonů, nebo zkrácení doby přesčasů nezbytného personálu.

I přes vědomí 1) nemožnosti úplné extrapolace teoretické kalkulace do reálného provozu, 2) existence jiných, často nemodifikovatelných faktorů ovlivňujících transport pacientů z operačního sálu (např. nedostatek pomocného personálu), 3) absenci farmakoekonomické analýzy a 4) slabých stránek provedení studie (viz dále) považujeme získané výsledky za silný argument v diskuzi o prosazování sugammadexu jako jedné z cest, umožňující lepší využití operačních sálů v naší instituci, předpokládáme ale i na jiných srovnatelných pracovištích v ČR.

Relativně vysoká cena sugammadexu je často diskutovaným tématem, nejenom v naší republice, ale ve všech zemích, kde byl sugammadex zařazen do spektra postupů antagonistizace nervosvalové blokády. V posledních letech byla publikována řada prací, analyzujících použití sugammadexu nejenom z pohledu redukce pooperačních plicních komplikací, ale i z pohledu nákladové efektivity. Naprostá většina studií ve svých závěrech formuluje, že náklady na sugammadex jsou vyváženy redukcí nákladů na komplikace spojené s rNMB. Přínos používání sugammadexu (ve srovnání s neostigminem) je dále spojován i se zvýšenou využitostí operačních sálů [17–19].

Naše výsledky jsou konzistentní s pracemi prokazujícími přínos použití sugammadexu na zkrácení doby do extubace [20, 21], přesto je nutno zmínit nedostatky v metodice a vlastním provedení studie. Za hlavní slabiny (podle názoru autorů ani jejich existence nemění zásadně interpretaci výsledků práce) považujeme: 1) studie nebyla zaslepená, tj. každý pracovník zahrnutý do jejího provedení věděl, jaké farmakum k antagonistizaci rokuronia bylo použito, 2) nebyla provedena standardní a formalizovaná edukace pro použití přístroje TOF Watch SX, 3) vedení celkové anestezie nebylo striktně standardizováno, 4) frekvence kalibrace přístroje TOF Watch SX nebyla definována protokolem studie, 5) nebyly proti sobě validovány hodnoty TOF count a TOF%, 6) v ojedinělých případech nekompletní vyplnění CRF a z toho

vyplývající chybějící hodnoty v databázi odeslané ke profesionálnímu statistickému vyhodnocení, 7) nebyl prospektivně sledován výskyt jiných parametrů, které by mohly být zahrnuty později do kalkulace nákladové efektivity (např. srovnání výskytu pooperační nauzey nebo zvracení mezi skupinami), 8) studie nebyla zaregistrována do některého z mezinárodních registrů pro klinické studie.

Četnost použití sugammadexu v České republice podle počtu prodaných balení (neformálně získané údaje od výrobce) stoupá, jeho role v odstranění rNMB po podání rokuronia (případně vekuronia) je v řadě prací vnímána jako zásadní. Relativně vysoká cena přípravku může být překážkou jeho účelného použití, minimálně v situacích, kde v daném kontextu neexistuje žádná účinnější a bezpečnější alternativa. Jde např. o situace neplánovaného předčasného ukončení operačního výkonu po podání rokuronia v plné intubační dávce, požadavek na 100% spolehlivou dekurarizaci u pacientů s hraniční funkcí dýchacích svalů, kde i sebemenší míra rNMB může vést k nutnosti ventilační podpory, jež by za jiných okolností nebyla nutná. Podle našeho názoru je nutno vnímat sugammadex jako postup volby ve všech situacích, kdy nejsme schopni v požadovaném časovém intervalu zajistit dosavadním standardním způsobem (neostigmin v kombinaci s atropinem) dostatečné zotavení z podaného rokuronia, resp. vekuronia. Maximální využití času operačních sálů by mělo být samozřejmým imperativem efektivního řízení operační péče – nejenom pro anesteziology, chirurgy, ale především pro administrátory a ekonomy zdravotnických zařízení.

Spolehlivost sugammadexu a jeho zásadní role v redukci rizik plicních pooperačních komplikací vznikajících při rNMB jsou formulovány v závěrech naprosté většiny prací zaměřených na danou problematiku. Posouzení nákladové efektivity je složitější a bude pro mezinárodní srovnání vždy odlišné, v závislosti na systému hrazení zdravotní péče. Recentní práce z USA kalkuluje přínos preference sugammadexu v zařízeních, kde náklady na provoz operačního sálu přesahují 8,6 USD/min, nebo kde úhrada za anestezii dosahuje částky kolem 32 USD/min [21]. Při určitém zjednodušení lze formulovat tezi, že čím vyšší personální náklady na provoz sálu, tím vyšší nákladová efektivita použití sugammadexu (samozřejmě za předpokladu, že jeho použití vede ke zkrácení času mezi operacemi). Ze zemí s převládajícím systémem veřejného zdravotního pojištění byla v letošním roce publikována práce, modelující ekonomický impakt zavedení sugammadexu ve Španělsku s využitím údajů o počtu anestezií a antagonistizaci nervosvalové blokády z údajů za rok 2015 [19]. Autoři práce uzavírají, že použití sugammadexu by zabránilo ročně vzniku 4 806 případů pooperační pneumonie a 13 996 případům pooperačních atelektáz, úspora za léčbu předmětných komplikací byla kalkulována na cca 70 milionů euro.

Nákladová efektivita a její posouzení je metodicky komplikované. Kalkulace musí vždy zahrnovat položky, které reflektují mj. personální náklady na chod operačních sálů a celkové náklady na léčbu, včetně léčby případných komplikací. Pro jakákoliv jednání s plátcí péče v ČR v budoucnu budou podobné analýzy nezbytným východiskem.

Předložené výsledky, se všemi jejich uvedenými limity, včetně současných názorů na nutnost zvýšení cílové hodnoty TOF nad 95 %

[22] mohou být podle našeho názoru jedním z řady argumentů, s nimiž lze zahájit jednání s plátcí péče o úhradu sugammadexu jako nedílné součásti náležitě odborné péče ve vybraných situacích. Řada klinických situací z pohledu preference sugammadexu bude i nadále v šedé zóně, v závislosti na mnoha faktorech, např. i na rozsahu vybavení pro monitoraci nervosvalové blokády na daném pracovišti, na interpretaci existujících dat o riziku rNMB apod. Účelné indikace sugammadexu lze však obecně definovat relativně jednoduše – všude tam, kdy sugammadex nemá ekvivalentní náhradu z pohledu účinnosti nebo bezpečnosti v daném individuálním případě. Odborná i úhradová diskuze nemá být (při stávajícím stavu odborného poznání) podle našeho názoru vedena, zda sugammadex ano či ne, ale kde jeho podání může

odborně účelně a medicínsky smysluplně přispět k lepšímu klinickému výsledku a redukci nákladů na případné komplikace. V tom je zájem poskytovatelů i plátců péče identický, resp. měl by být.

Závěr

Sugammadex u robotických urologických výkonů prováděných v celkové anestezii s použitím rokuronia v reálné klinické praxi významně zkracuje dobu do extubace ve srovnání s neostigminem. Použití sugammadexu rovněž klinicky významně zkrátilo dobu, za kterou je možno pacienta transportovat z operačního sálu. V kvalitě i rychlosti zotavení po 72 hodinách nebyly odlišnosti mezi pacienty se sugammadexem nebo neostigminem.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní, nebyla publikována ani nebyla zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Autoři neuvádějí žádný střet zájmů. **Podíl autorů:** Všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. Veškerá práva podle předpisů na ochranu duševního vlastnictví jsou vyhrazena všemi autory. SJ: Podíl na přípravě protokolu studie, podíl na psaní rukopisu a jeho finální kontrola. KV: Sběr dat, podíl na protokolu studie, finální oponentura rukopisu. BM: Sběr dat, podíl na protokolu studie, finální oponentura rukopisu. ŠR: Podíl na protokolu studie, analýza dat, finální oponentura rukopisu. ŠJ: Podíl na přípravě protokolu studie, finální oponentura rukopisu. AD: Podíl na psaní rukopisu, finální oponentura rukopisu. ČV: senior autor, myšlenka projektu, příprava protokolu studie, podíl na psaní rukopisu, finální editace a kontrola rukopisu. **Financování:** Podpořeno grantem KZCR, a. s. IGA-KZ-2016-2-4. **Registrace:** Studie nebyla registrována. **Projednání etikou komisi:** Provedení studie bylo odsouhlaseno Etickou komisí Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem.

LITERATURA

- Raval AD, Uyei J, Karabis A, Bash LD, Brull SJ. Incidence of residual neuromuscular blockade and use of neuromuscular blocking agents with or without antagonists: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth.* 2020; 15(64): 109818. doi: 10.1016/j.jclinane.2020.109818.
- Raval AD, Anupindi VR, Ferrufino CP, Arper DL, Bash LD, Brull SJ. Epidemiology and outcomes of residual neuromuscular blockade: A systematic review of observational studies. *J Clin Anesth.* 2020; 66: 109962. doi: 10.1016/j.jclinane.2020.109962.
- Lee HY, Jung KT. Advantages and pitfalls of clinical application of sugammadex. *Anesth pain Med.* 2020; <https://doi.org/10.17085/APM.19099>.
- Carvalho H, Verdonck M, Cools W, Geerts L, Forget P, Poelaert J. Forty years of neuromuscular monitoring and postoperative residual curarisation: a meta-analysis and evaluation of confidence in network meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2020; 125(4): 466–482. doi: 10.1016/j.bja.2020.05.063.
- Pei D-Q, Zhou H-M, Zhou Q-H. Grip strength can be used to evaluate postoperative residual neuromuscular block recovery in patients undergoing general anesthesia. *Medicine (Baltimore).* 2019; 98: e13940.
- Khuenl-Brady KS, Wattwil M, Vanacker BF, Lora-Tamayo JI, Rietbergen H, Alvarez-Gómez JA. Sugammadex provides faster reversal of vecuronium-induced neuromuscular blockade compared with neostigmine: a multicenter, randomized, controlled trial. *Anesth Analg.* 2010; 110(1): 64–73. doi: 10.1213/ane.0b013e3181ac53c3.
- Carron M, Zarantonello F, Tellaroli P, Ori C. Efficacy and safety of sugammadex compared to neostigmine for reversal of neuromuscular blockade: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth.* 2016; 35: 1–12. doi: 10.1016/j.jclinane.2016.06.018.
- Alday E, Muñoz M, Planas A, Mata E, Alvarez C. Effects of neuromuscular block reversal with sugammadex versus neostigmine on postoperative respiratory outcomes after major abdominal surgery: a randomized-controlled trial. *Can J Anaesth.* 2019; 66(11): 1328–1337. doi: 10.1007/s12630-019-01419-3.
- Li G, Freundlich RE, Gupta RK, Hayhurst CJ, Le CH, Martin BJ, et al. Postoperative Pulmonary Complications' Association with Sugammadex versus Neostigmine. *Anesthesiology.* 2021. doi: 10.1097/ALN.0000000000003735.
- Mulier JP, De Boeck L, Meulders M, Belien J, Colpaert J, Sels A. Factors determining the smooth flow and the non-operative time in a one-induction room to one-operating room setting. *J Eval Clin Pract.* 2015; 21(2): 205–214. doi: 10.1111/jep.12288.
- Masursky D, Dexter F, Kwakye MO, Smallman B. Measure to quantify the influence of time from end of surgery to tracheal extubation on operating room workflow. *Anesth Analg.* 2012; 115(2): 402–406. doi: 10.1213/ANE.0b013e318257a0f2.
- Dexter F, Epstein RH. Increased mean time from end of surgery to operating room exit in a historical cohort of cases with prolonged time to extubation. *Anesth Analg.* 2013; 117(6): 1453–1459. doi: 10.1213/ANE.0b013e3182a44d86.
- Cammu G. Residual Neuromuscular Blockade and Postoperative Pulmonary Complications: What Does the Recent Evidence Demonstrate? *Curr Anesthesiol Rep.* 2020; 27: 1–6. doi: 10.1007/s40140-020-00388-4.
- Kumar GV, Nair AP, Murthy HS, Jalaja KR, Ramachandra K, Parameshwara G. Residual neuromuscular blockade affects postoperative pulmonary function. *Anesthesiology.* 2012; 117(6): 1234–1244. doi: 10.1097/ALN.0b013e3182715b80.
- Kheterpal S, Vaughn MT, Dubovoy TZ, Shah NJ, Bash LD, Colquhoun DA, et al. Sugammadex versus Neostigmine for Reversal of Neuromuscular Blockade and Postoperative Pulmonary Complications (STRONGER): A Multicenter Matched Cohort Analysis. *Anesthesiology.* 2020; 132(6): 1371–1381. doi: 10.1097/ALN.0000000000003256.
- Royce CF, Newman S, Chung F, Stygall J, McKay RE, Boldt J, et al. Development and feasibility of a scale to assess postoperative recovery: the post-operative quality recovery scale. *Anesthesiology.* 2010; 113(4): 892–905. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181d960a9.
- Carron M, Baratto F, Zarantonello F, Ori C. Sugammadex for reversal of neuromuscular blockade: a retrospective analysis of clinical outcomes and cost-effectiveness in a single center. *Clinicoecon Outcomes Res.* 2016; 18(8): 43–52. doi: 10.2147/CEOR.S100921.
- Paton F, Paulden M, Chambers D, Heirs M, Duffy S, Hunter JM, et al. Sugammadex compared with neostigmine/glycopyrrolate for routine reversal of neuromuscular block: a systematic review and economic evaluation. *Br J Anaesth.* 2010; 105(5): 558–567. doi: 10.1093/bja/aeq269.
- Martínez-Ubieto J, Aragón-Benedí C, de Pedro J, Cea-Calvo L, Morell A, Jiang Y, et al. Economic impact of improving patient safety using Sugammadex for routine reversal of neuromuscular blockade in Spain. *BMC Anesthesiol.* 2021; 21(1): 55. doi: 10.1186/s12871-021-01248-2.
- Motamed C, Bourgain JL. Comparison of the Time to Extubation and Length of Stay in the PACU after Sugammadex and Neostigmine Use in Two Types of Surgery: A Monocentric Retrospective Analysis. *J Clin Med.* 2021; 10(4): 815. doi: 10.3390/jcm10040815.
- Hurford WE, Welge JA, Eckman MH. Sugammadex versus neostigmine for routine reversal of rocuronium block in adult patients: A cost analysis. *J Clin Anesth.* 2020; 67: 110027. doi: 10.1016/j.jclinane.2020.110027.
- Blobner M, Hunter JM, Meistelman C, Hoeft A, Hollmann MW, Kirmeier E, Lewald H, Ulm K. Use of a train-of-four ratio of 0.95 versus 0.9 for tracheal extubation: an exploratory analysis of POPULAR data. *Br J Anaesth.* 2020 Jan; 124(1): 63–72. doi: 10.1016/j.bja.2019.08.023. Epub 2019 Oct 10. PMID: 31607388.