

Kardiorelax 2011 – pětidenní dotazníková studie svalové relaxace během kardiochirurgických výkonů v České republice

Hájek Roman¹, Adámek Petr², Derych Leo³, Horáček Michal⁴, Jehlička Pavel⁵, Kameník Vladimír⁶, Leitgeb Marián⁷, Mokrejš Jiří⁸, Říha Hynek⁹, Samek Jindřich¹⁰, Schichel Tomáš¹¹, Turek Zdeněk¹⁰, Vaněk Tomáš¹²

¹Kardiochirurgická klinika, LF Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc

²Centrum kardiovaskulární a transplantční chirurgie, Brno

³Kardiochirurgické oddělení, Nemocnice Podlesí, a.s., Třinec

⁴Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 2. LF Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol, Praha

⁵Kardiocentrum, Nemocnice Na Homolce, Praha

⁶Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. LF Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice, Praha

⁷Kardiocentrum, Nemocnice, a. s., České Budějovice

⁸Kardiochirurgické oddělení, Fakultní nemocnice Plzeň

⁹Klinika anesteziologie a resuscitace, Kardiocentrum, IKEM Praha

¹⁰Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, LF Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Hradec Králové

¹¹Kardiochirurgické centrum, Fakultní nemocnice Ostrava

¹² Kardiochirurgická klinika, 3. LF Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

Souhrn

Cíl studie: Získání poznatků o způsobu použití svalových relaxancií (NMBA) během celkové anestezie u kardiochirurgických operací dospělých pacientů v České republice.

Typ studie: Prevalenční pětidenní dotazníková studie.

Typ pracoviště: Pracoviště poskytující anesteziologickou péči u kardiochirurgických operací dospělých, která se zaregistrovala před termínem studie.

Materiál a metoda: Do studie byl zahrnut každý pacient na registrovaném pracovišti, kde byla zahájena anesteziologická péče v období od 6. června 2011 v 7:00 hodin do 11. června v 7:00 hodin. Údaje o každém pacientovi byly vkládány do internetového formuláře. Sledované údaje zahrnovaly parametry se vztahem k svalové relaxaci (použití NMBA, antagonizace bloku, monitorování relaxace), základní demografické údaje, data o podané anestezii (typ výkonu, použití mimotělního oběhu, způsob zajištění dýchacích cest) a data o pooperačním průběhu (čas extubace).

Výsledky: Do studie bylo zahrnuto 183 pacientů. S použitím mimotělního oběhu bylo provedeno 132 výkonů. K tracheální intubaci (provedena u 172 pacientů) bylo nejčastěji použito rokuronium (31,1 %), pankuronium (16,9 %), atrakurium (14,8 %) a cisatracurium (13,7 %), méně vekuronium (10,9 %), minimálně pipekuronium (3,3 %) a mivakurium (1,1 %). Suxamethonium bylo použito u 4 pacientů (2,2 %) a u 11 pacientů nebylo v úvodu použito žádné relaxans. Během vedení anestezie bylo nejčastěji použito: rokuronium (24,0 %), cisatracurium (15,8 %), pankuronium (12,0 %), atrakurium (10,9%) a vekuronium (11,5%), u 43 pacientů (23,5%) nebylo během vedení používáno žádné NMBA. V 61 případech bylo NMBA podáváno kontinuálně, 41 dostalo jediný bolus, 37 opakované bolusy. Reverze blokády nebyla provedena. Monitorování relaxace nebylo použito.

Závěr: Při kardiochirurgických výkonech převažuje podání NMBA s intermediární délkou účinku. Monitorování nervosvalového přenosu není používáno.

Klíčová slova: dotazníková studie – svalová relaxace – kardiochirurgie – svalové relaxans – antagonizace – monitorování

Abstract

Kardiorelax 2011 – a five-day observational study of neuromuscular blockade during adult cardiac surgery in the Czech Republic

Objective: To obtain data about the use of neuromuscular blocking agents (NMBAs) during general anaesthesia in adult patients undergoing cardiac surgery in the Czech Republic.

Design: A five-day, prevalence, questionnaire study.

Setting: All cardiac anaesthesia departments that registered before the study date.

Materials and methods: Patients whose anaesthetic care was provided between June 6 (7 AM) and June 11 (7 AM) were enrolled. Data of each patient were entered into a web-based questionnaire and information relevant to neuromuscular blockade was collected.

Results: During the study period, 183 patients (173 on cardiopulmonary bypass) were anesthetized. Tra-

cheal intubation (172 patients) was facilitated most often by non-depolarizing NMBA: rocuronium (31.1%), pancuronium (16.9%), atracurium (14.8%), cisatracurium (13.7%), and suxamethonium 2.2%. Neuromuscular blockade was maintained most frequently with rocuronium (24.0%), cisatracurium (15.8%), pancuronium (12.0%), atracurium (14.8%), and vecuronium (11.5%). Neuromuscular blockade was not reversed in any patient. Monitoring of neuromuscular blockade was not used in any patient.

Conclusion: For induction and maintenance of neuromuscular blockade, predominantly intermediate NMBA were used. In the Czech Republic, neither neuromuscular blockade monitoring nor pharmacological reversal is used during cardiac surgery in adult patients.

Keywords: questionnaire survey – neuromuscular blockade – cardiac surgery – neuromuscular blocking agent – reversal – monitoring

Anest. intenziv. Med., 23, 2012, č. 1, s. 14–20

Úvod

Dominující technikou anestezie u kardiokirurgických výkonů v mimotělním oběhu zůstává již přes 40 let doplňovaná anestezie obsahující analgetickou komponentu opioidní, hypnotickou složku tvořenou intravenózním anestetikem (propofol či benzodiazepiny), eventuálně doplněnou inhalačním anestetikem. Třetí složkou je svalová relaxace zajišťovaná dlouhodobým nebo střednědobým svalovým relaxans (NMBA, neuromuscular blocking agent) nedepolarizujícího typu. Údaje o používání NMBA při kardiokirurgických výkonech jsou k dispozici pouze ojediněle [1].

Cílem studie bylo získat informace o současné praxi užívání NMBA při anestezii dospělých na českých kardiokirurgických pracovištích.

Metodika

Dotazníková prevalenční studie s obdobím sledování od 6. června (7:00 hod) do 11. června 2011 (7:00 hod). Vzhledem k charakteru studie nebyl požadován souhlas etické komise.

Byly zařazeny údaje ze všech kardiokirurgických pracovišť provádějících operace dospělých pacientů, která se přes webové rozhraní zaregistrovala před termínem zahájení studie.

Zástupci kardiioanesteziologických oddělení jednotlivých pracovišť byli osloveni telefonicky a e-mailem. Do studie byli zařazeni všichni pacienti operovaní pro kardiokirurgický výkon na zúčastněných pracovištích ve sledovaném období. Údaje pacientů byly vkládány odpovědnou osobou na každém pracovišti do formuláře umístěného na webových stránkách projektu Czech Anesthesia Day [2, 3]. Uzávěrka pro odeslání dotazníků byla 20. června 2011, poté byl on-line systém uzavřen. Formulář byl konstruován tak, aby nebylo možné zadat data mimo předpokládané rozmezí. Sledované údaje:

- demografická data pacientů;
- typ a charakter výkonu, způsob zajištění dýchacích cest, délka mimotělního oběhu, minimální teplota a teplota při ukončování mimotělního oběhu;
- svalová relaxancia použitá v úvodu do celkové anestezie;

- svalová relaxancia použitá během vedení anestezie, včetně způsobu podání a načasování bolusů;
 - monitorování nervosvalové blokády a antagonizace účinku NMBA;
 - načasování extubace po výkonu.
- Kompletní formulář, do něhož byla data zadávána, je uveden v tabulce 1.

Statistické metody

Údaje vložené do formulářů byly kontrolovány a nekompletní formuláře byly vyřazeny. Ke statistickému zpracování byl použit program GraphPad InStat, verze 3.10 pro Windows (Graphpad Software, San Diego, California, USA). Získaná data jsme popsali pomocí absolutních a relativních četností, numerické parametry (věk, délka výkonu, délka mimotělního oběhu, teplota) byly popsány jako průměr a směrodatná odchylka.

Výsledky

Data poskytl všech 11 oslovených českých kardiokirurgických pracovišť (jejich seznam včetně spolupracovníků je uveden v titulu práce). Ve sledovaném období byla na zúčastněných pracovištích podána anestezie ke kardiokirurgickému výkonu 183 pacientům průměrného věku 65 ± 12 let. Mužů bylo 120 (65,6 %), žen 63 (34,4 %). Plánovaných operací bylo 166 (90,7 %), akutních 17 (9,3 %). Většina nemocných měla klasifikaci fyzického stavu podle ASA (American Society of Anesthesiologists) 3 (57,4 %), méně ASA 4 (39,3 %) a ASA 5 (3,3 %). Skupiny ASA 1 a ASA 2 nebyly zastoupeny. Průměrná délka anestezie byla 248 ± 100 min. Sto třicet dva výkonů (72,1 %) bylo provedeno s použitím mimotělního oběhu (MTO). Jeho průměrná délka byla 70 ± 66 min, nejnižší dosažená teplota tělesného jádra (standardně je měřena jícnovým teploměrem) byla $34,4 \pm 3,3$ °C, průměrná teplota při odpojení MTO byla $36,3 \pm 0,5$ °C.

Spektrum provedených kardiokirurgických výkonů udává tabulka 2. Nejčastějšími operacemi byly izolovaný aortokoronární bypass (CABG) [45,9 %] a izolovaný výkon na chlopni [18,6 %]. Nejčastějším operačním přístupem byla sternotomie (89,1 %), dále torakotomie (3,3 %) a torakoskopie (1,6 %). U jednoho nemocného (0,5 %) byla torakoskopie konvertována

Tabulka 1. Studie Kardiorelax

<ul style="list-style-type: none"> • Pohlaví (muž, žena) • Věk (roky) • ASA (1–5) • Povahy operačního výkonu (plánovaný, neplánovaný) 	<ul style="list-style-type: none"> – pankuronium; – pipekuronium; – rokuronium; – vekuronium.
<ul style="list-style-type: none"> • Operační přístup <ul style="list-style-type: none"> – sternotomie; – torakotomie; – torakoskopie; – jiný. 	<ul style="list-style-type: none"> • Způsob relaxace během OP <ul style="list-style-type: none"> – bez svalové relaxace; – bolus NMBA; – bolusy NMBA; – kontinuálně NMBA; – jiné.
<ul style="list-style-type: none"> • Typ výkonu <ul style="list-style-type: none"> – aortokoronární by-pass; – výkon na chlopni; – antiarytmický výkon; – operace na aortě; – trauma; – OP vrozených vad; – Tx; – jiný. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pokud byly použity opakované bolusy, jaký timing? <ul style="list-style-type: none"> – v určité fázi OP: zahájení by-passu; – v určité fázi OP: během ohřívání; – v určité fázi OP: při odpojení od by-passu; – v určité fázi OP: jiné; – v určitých časových intervalech; – podle měření relaxace.
<ul style="list-style-type: none"> • Délka anestezie (min) • MTO (ano, ne) • Délka MTO (min) • Nejnižší peroperační teplota jádra (°C) • Teplota jádra při ukončení OP (°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Načasování extubace <ul style="list-style-type: none"> – na sále; – na JIP do 4 hodin; – na JIP po 4–24 hodinách; – na JIP po více než 24 hodinách; – jiné.
<ul style="list-style-type: none"> • Zajištění dýchacích cest <ul style="list-style-type: none"> – bez zajištění DC; – OTI, NTI; – tracheostomie; – LMA; – jiné. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dekurarizace před extubací <ul style="list-style-type: none"> – ne; – neostigmin; – sugammadex.
<ul style="list-style-type: none"> • NMBA v úvodu (pro intubaci) <ul style="list-style-type: none"> – žádné; – suxamethonium; – atrakurium; – cisatrankurium; – mivakurium; – pankuronium; – pipekuronium; – rokuronium; – vekuronium. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podání další relaxace na JIP (ano, ne) • Přístrojové monitorování relaxace <ul style="list-style-type: none"> – ne; – na sále během OP; – na sále jednorázově při ukončování OP; – na JIP po příjezdu ze sálu; – na JIP před extubací.
<ul style="list-style-type: none"> • NMBA během vedení anestezie <ul style="list-style-type: none"> – žádné; – suxamethonium; – atrakurium; – cisatrankurium; – mivakurium; 	<ul style="list-style-type: none"> • Místo monitorování relaxace <ul style="list-style-type: none"> – žádné; – n. ulnaris + m. adductor pollicis; – n. facialis + m. orbicularis oculi nebo corrug supercilii; – n. tibialis: m. flexor digg. brevis.
<ul style="list-style-type: none"> • NMBA během vedení anestezie <ul style="list-style-type: none"> – žádné; – suxamethonium; – atrakurium; – cisatrankurium; – mivakurium; 	<ul style="list-style-type: none"> • Použitý přístroj pro monitorování relaxace <ul style="list-style-type: none"> – žádný; – akcelerometrie (TOF-Watch, TOF-Guard); – elektromyografie (Datex EMG); – kinemyografie (Datex mechanosensor); – semikvantitativně (taktilní, vizuální vyhodnocení).

na torakotomii, u 10 nemocných (5,5 %) byl použit jiný operační přístup.

Dýchací cesty byly zajištěny nejčastěji tracheální intubací (172 nemocných [94,0 %]), u 2 pacientů byla užitá laryngeální maska a 1 pacient byl tracheostomován. U 7 pacientů (3,8 %) byl výkon proveden bez zajištění dýchacích cest (vždy se jednalo o výkon kategorie „jiný“, tedy pravděpodobně nikoli primární kardiokirurgický výkon na srdci). U 1 pacienta nebyl způsob zajištění dýchacích cest specifikován.

Jedenáct nemocných (6,0 %) nebylo během úvodu ani vedení anestezie relaxováno. Použití NMBA

v úvodu do anestezie a během vedení shrnuje tabulka 3.

Sto čtyřicet nemocných dostalo nedepolarizující NMBA během anestezie. Šedesát jedna pacientům (43,6 %), kteří dostali během vedení anestezie nedepolarizující relaxans, bylo toto podáváno kontinuálně, 41 nemocných (29,3 %) dostalo jediný bolus, 38 pacientů (27,1 %) opakované bolusy. Bolusové podání bylo nejčastější během nespecifikované fáze operace (33,8 %), při zahájení MTO (12,7 %), při odpojení od MTO (11,3 %), během obou těchto fází (12,7 %) a během ohřevu (9,9 %) nemocného.

Tabulka 2. Druh operačního výkonu

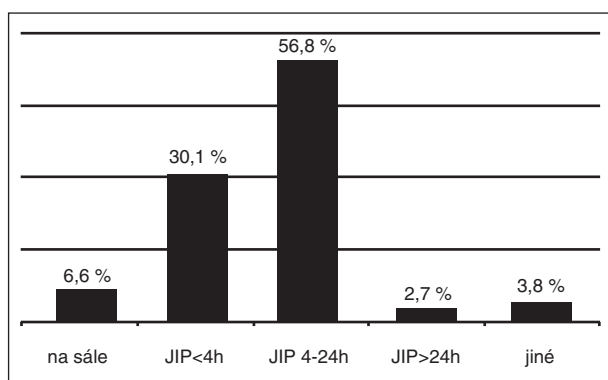
	n	%
Aortokoronární by-pass	84	45,9
Výkon na chlopni	34	18,6
Jiný	21	11,5
Aortokoronární by-pass + výkon na chlopni	18	9,8
Aortokoronární by-pass + výkon na chlopni + antiarytmický výkon	5	2,7
Výkon na chlopni + operace na aortě	5	2,7
výkon na chlopni + antiarytmický výkon	4	2,2
Antiarytmický výkon	3	1,6
Aortokoronární by-pass + antiarytmický výkon	2	1,6
Operace na aortě	2	1,1
Výkon na chlopni + operace na aortě + jiný	1	0,5
Aortokoronární by-pass + antiarytmický výkon + jiný	1	0,5
Aortokoronární by-pass + operace na aortě + jiný	1	0,5
Aortokoronární by-pass + výkon na chlopni + operace na aortě	1	0,5
Operace vrozených vad	1	0,5
Výkon na chlopni + operace na aortě + jiný	1	0,5

Tabulka 3. Použití svalových relaxancií v úvodu a během vedení anestezie

	Úvod		Vedení	
	n	%	n	%
Bez svalové relaxace	11	6,0	43	23,5
Suxamethonium	4	2,2	0	0
Atrakurium	27	14,8	20	10,9
Cisatrankurium	25	13,7	29	15,8
Mivakurium	2	1,1	2	1,1
Pankuronium	31	16,9	22	12,0
Pipekuronium	6	3,3	2	1,1
Rokuronium	57	31,1	44	24,0
Vekuronium	20	10,9	21	11,5

Načasování extubace popisuje obrázek 1. U 2 pacientů byl podán ještě bolus NMBA v průběhu umělé plicní ventilace na JIP.

U žádného pacienta nebylo použito monitorování nervosvalové blokády během výkonu ani v období extubace. Rovněž farmakologická reverze nervosvalové blokády nebyla podána u žádného nemocného.



JIP = jednotka intenzivní péče

Obr. 1. Načasování extubace

Diskuse

Dotazníková studie využívala metodiku elektronického dotazníku, která byla použita ve studiích projektu Czech Anesthesia Day [2, 3]. Prokázala vysokou variabilitu v užívaných svalových relaxanciích při kardiologických operacích dospělých, a to i u srovnatelných výkonů v rámci jednoho pracoviště. Podobně jako předchozí jednodenní prevalenční studie, mapující celou oblast celkové anestezie [2, 3], svědčí pro převahu užití relaxancií s intermediární délkou účinku.

Podle dotazníkové studie provedené Murphym [1] bylo v roce 2002 v USA dominantním NMBA stále dlouhodobě účinné pankuronium, pravděpodobně též z důvodů nejnižší ceny. Obdobná situace panovala dlouhou dobu i na tuzemských pracovištích. V souvislosti s trendem zkracovat dobu pooperační umělé plicní ventilace (fast-track, tedy extubace do 6–8 h po výkonu), případně extubovat pacienty na sále (ultra-fast-track), začínají se ve větší míře užívat NMBA s intermediární délkou účinku, zejména rokuronium a cisatrankurium. První z nich poskytuje nejrychleji výrazně lepší intubační podmínky ve srovnání s celou zbývajícím skupinou nedepolarizujících relaxancií. Farmakokinetický a farmakodynamický profil, jakož

i provedené studie [4, 5], ukázaly výrazně vyšší bezpečnost střednědobých NMBA proti pankuroniu z hlediska zotavení z nervosvalové blokády a rizika pooperační reziduální kurarizace.

Použití úvodní dávky NMBA (nejčastěji dvojnásobek ED95) je nezbytné pro hladké provedení tracheální intubace, což je z důvodu zajištění hemodynamiky šetrného úvodu v kardiochirurgii *conditio sine qua non*. Vlastní hemodynamický efekt NMBA je poměrně malý, s výjimkou klinicky zřejmého vagolytického, a tedy mírně tachykardizujícího účinku pankuronie. To je některými autory považováno za vhodnou kompenzaci bradykardizujícího vlivu vysoké dávky užívaných opioidů [6]. Jiní autoři [7] popisují tento efekt jako nežádoucí z hlediska zvýšení spotřeby kyslíku. Po podání pankuronie byla též experimentálně popsána plicní hypertenze. Srovnávací studie [4] ukázala po pankuroniu signifikantní vzestup tepové frekvence, proti pouze přechodnému mírnému poklesu tepové frekvence po rokuroniu a vekuroniu. Obě NMBA rovněž snižují tlak v plicnici; po vekuroniu byla však popsána i asystolie. Pravděpodobně nejmenší hemodynamické účinky má cisatracurium.

Nakolik je potřebná relaxace během celého kardiochirurgického výkonu s užitím opakovaných bolusových dávek nebo kontinuálním infuzním podáním NMBA? Obavy z diskomfortu operátora při svalové rigiditě hrudníku vyvolané opioidy nebo z rušivých kontrakcí bránice během výkonu nejsou potvrzeny ani pozorováním ve studiích [8], ani klinickou praxí. Svalové záškuby při eventuální přímé defibrilaci při blízkosti defibrilačních elektrod a svalů (bránice) nejsou relaxací ovlivněny.

Racionální indikací pokračující či kontinuální svalové relaxace tedy může být snížení systémové spotřeby kyslíku (VO_2). Je známo, že v některých klinických situacích, které se ovšem netýkají perioperačního období v kardiochirurgii, může svalová složka spotřebovávat až 50 % celé systémové VO_2 . Vzhledem k tomu, že je snaha o optimalizaci hemodynamiky a kyslíkového metabolismu během celého období výkonu včetně mimotělního oběhu a pooperačního období, je otázka ovlivnění VO_2 významná. Jedna starší studie prokázala u relaxovaných pacientů v mimotělním oběhu (MTO) vedeném v hypotermii 30% redukcí VO_2 [9]. Nedávná studie u pacientů v hypotermickém MTO s užitím totální intravenózní anestezie s monitorováním hloubky anestezie bispektrálním indexem [10] neprokázala vliv na VO_2 . Monitorovala však pouze SvO_2 detektorem ve venózní části mimotělního oběhu, nikoli VO_2 kalkulovanou ze saturace smíšené žilní krve (z plicnice) v období bez mimotělního oběhu. Dvě malé studie u dětských kardiochirurgických pacientů sledovaly vliv svalové relaxace na VO_2 v pooperačním období. VO_2 byla měřena nepřímou kalorimetrií. Závěry byly protichůdné, v první studii [11] byla VO_2 redukována, ve druhé [12] neovlivněna. Dostatečně velká studie s režimem podávání NMBA běžným v klinické praxi a měřením VO_2 zlatým standardem (přímým monitorováním saturace smíšené žilní krve v plicnici)

v období bez mimotělního oběhu nebyla dosud provedena.

Řada autorů upozorňuje na velmi obtížnou předpověď délky účinku NMBA, a to i střednědobých látek. Olivieri [13] popisuje prolongovanou (> 10hodinovou) blokádu po střední (0,16 mg/kg) dávce pankuronie i rokuronie (0,72 mg/kg) po jejich jednorázovém podání. Cammu [10] upozorňuje, že opakované bolusy či kontinuální podání NMBA nezlepšují operační podmínky, ani nesnižují spotřebu kyslíku. Častěji však vedou k výskytu pooperační reziduální kurarizace (PORC).

Při úvahách o možném prodlouženém efektu NMBA u kardiochirurgických pacientů je třeba vzít v úvahu narůstající podíl pacientů s renální insuficiencí, snížení hepatální clearance NMBA během hypotermické zástavy, časté používání magnézia (prodlužuje trvání) a obtížně předvídatelný vliv hypotermie během MTO. Hypotermií může být efekt prodloužen až o 100 % při poklesu teploty jádra o pouhé 2 °C. Svalové napětí je hypotermií ovlivněno per se (pokles) a monitorování odpovědi na stimulaci je výrazně ovlivněno centrální teplotou.

Protichůdně může působit efekt hemodiluce zvyšující distribuční objem NMBA. Buzzelo [14] ve srovnávací studii, která se zabývá staršími NMBA (d-tubokurarin, alkuronium, pankuronium a vekuronium), zjistil signifikantní zesílení blokády během hypotermie jen u vekuronie. Smeulers [15] prokázal při studiu rokuronie, že během hypotermie poklesy jeho plazmatické hladiny a nekorelují s účinkem. Během hypotermie je výrazně snížena potřeba rokuronie, po ohřátí je účinek prodloužen cca o 50 % proti hodnotám před hypotermií.

Murphy [16] porovnával pankuronium a rokuronium při anestezii vedené izofluranem (do 2 %). NMBA bylo podáváno pouze bolusově za monitorování TOF a nebylo podáno v posledních 30 minutách výkonu. Při použití rokuronie prokázal zkrácení doby do extubace (medián 350 min pro rokuronium vs. 500 min pro pankuronium). Ve fázi odpojování od ventilátoru bylo TOF-ratio nižší při aplikaci pankuronie než po rokuroniu (0,14 pankuronium vs. 0,99 rokuronium), po pankuroniu byly rovněž častější symptomy svalové slabosti a únavy (pankuronium 32 z 39 nemocných vs. 7 ze 40 nemocných u rokuronie).

Cammu [17] srovnával čas zotavení (dosažení TOF-ratio $\geq 0,9$) při kontinuálním podávání cisatracurie (10 ± 9 min) a rokuronie (18 ± 13 min). I když rozdíl mezi oběma nedosáhl statistické významnosti, doporučuje cisatracurium jako bezpečnější pro kontinuální podání. Na druhé straně úvod s použitím cisatracurie je proti rokuroniu významně delší, což vzhledem ke svalové rigiditě po úvodní vysoké dávce opioidu činí rokuronium vhodnějším pro úvod. Ve prospěch cisatracurie mluví nejmenší hemodynamický účinek a možnost odbourání Hoffmannovou eliminací při orgánové dysfunkci. Někteří autoři, např. Ouattara [18], obhajují kontinuální infuzní podání NMBA, zejména cisatracurie, s úvodním bolusem, 0,15–0,3 mg/kg a po

30 minutách následovaným kontinuálním podáním 1 µg/kg/min. Během MTO by dávka měla být redukována na 0,75 µg/kg/min. Jiní autoři (Gueret [19]) varují před kontinuálním podáním i intermediárních NMBA z obavy před nárůstem PORC. Při výše uvedeném kontinuálním podávání cisatracurium bylo dosaženo TOF-ratio > 0,9 u 83 % pacientů do 8 h po výkonu.

V Murphyho studii [1] pouze 9 % respondentů uvedlo rutinní použití reverze NMBA neostigminem (sugammadex je zatím v USA nedostupný). Možnou roli hrají obavy z hemodynamických účinků farmakologické dekurarizace neostigminem spolu s atropinem s rizikem arytmií a vzestupem spotřeby kyslíku a ischemie. Van Vlymen [20] prokázal rychlejší zotavení hemodynamiky při použití glykopyrolátu proti atropinu.

Zarážející je velmi nízká frekvence užívání monitorování nervosvalové blokády v kardioanestezii, ve zmiňované Murphyho studii [1] jej použilo jen 28 % respondentů.

Doporučené monitorování odpovědi na m. adductor pollicis je vhodné při posouzení dostatečné blokády pro intubaci i přetrvávání blokády po výkonu (je to poslední sval zotavující se z blokády). Během operačního výkonu je výhodné měření na m. corrugator supercilii, protože lépe odráží relaxaci hlubokých svalů včetně bránice a břišní stěny. Z praktického pohledu je monitorování v oblasti palce těžko proveditelné v průběhu výkonu pro nepřístupnost místa, při monitorování v oblasti obličeje může být problém s poměrně volně pohyblivou kůží proti svalu, což ovlivní reprodukovatelnost měření.

V naší studii je jasně patrný posun v užívání NMBA s intermediární délkou účinku oproti začátku 21. století, kdy ve shodě s výsledky Murphyho studie [1] v kardioanestezii u nás rovněž dominovalo pankuronium. Na základě výsledků naší studie nutno konstatovat, že volba NMBA, stejně jako způsob podávání, se výrazně liší pracoviště od pracoviště. Vedle osobní preference a zkušeností hrají pravděpodobně roli i faktory ekonomické (tedy stále výrazně nižší cena pankuronium a starších typů intermediárních NMBA proti modernímu rocuroniumu a cisatracuriumu). Ojedinelé použití mivacuriumu a suxamethoniumu se pravděpodobně týká pouze velmi krátkých výkonů, eventuálně rychlého úvodu u nemocných s vysokým rizikem aspirace. Většina pacientů je extubována v rozmezí 4–24 h po výkonu, výkony typu ultra-fast-track jsou stále v menšině.

V naší studii jsme prokázali totální absenci monitorování hloubky blokády, přestože doporučení (i když většinou pro nekardiologické výkony) jsou opakovaně publikována [21–24]. Monitorování není v kontextu ceny kardiologického výkonu finančně zásadně náročné, navíc řada pracovišť je podle osobního sdělení technikou monitorování vybavena.

Jedním z nebezpečných anesteziologických mýtů je domněnka, že existují spolehlivé klinické testy pro detekci dostatečného zotavení z účinku NMBA [25]. Není rovněž pravda, že zotavení po vysoké dávce opioidů znamená též bezpečné odeznění nervosvalové

blokády. Není možné ani garantovat adekvátní odeznění blokády po uplynutí relativně dlouhé doby od aplikace NMBA [26]. Nutno však připustit, že všichni operovaní pacienti jsou hospitalizováni na jednotkách intenzivní péče, což zahrnuje komplexní monitorování vitálních funkcí a okamžité řešení komplikací včetně respiračních.

V současnosti neexistují jednoznačná doporučení pro volbu NMBA a jejich dávkování v kardioanestezii. V literatuře se objevuje doporučení udržovat nervosvalovou blokádu během mimotělního oběhu jako jeden z faktorů určujících optimální hodnotu perfuze [27]. Chybí i přesvědčivý důkaz, zda je kromě tracheální intubace nervosvalová blokáda u kardiologických nemocných vůbec potřebná. Tyto okolnosti nepochybně přispívají ke značně nejednotnému přístupu v klinické praxi.

Závěr

V dotazníkové prevalenční studii byl poprvé v historii české kardioanestezie prozkoumán způsob podávání svalové relaxace při kardiologických výkonech. Oproti podobné zahraniční studii [1] jsou častěji používána střednědobá relaxancia navzdory vyšším přímým nákladům. Volba a způsob podávání NMBA se v České republice liší i v rámci jednotlivých pracovišť a souvisí pravděpodobně s individuální klinickou zkušeností a preferencí jednotlivých anesteziologů. Jednoznačná doporučení podložená medicínou založenou na důkazech chybí.

Literatura

1. **Murphy, G. S., Szokol, J. W., Vender, J. S.** The use of neuromuscular blocking drugs in adult cardiac surgery: results of national postal survey. *Anesth. Analg.*, 2002, 95, p. 1534–1539.
2. **Černý, V., Adamus, M., Cvachovec, K., Ševčík, P., Herold, I.** Anestezie v České republice 2010 – jednodenní prospektivní observační dotazníková studie. *Anest. intenziv. Med.*, 2011, 22, p. 5–12.
3. **Adamus, M., Herold, I., Cvachovec, K., Ševčík, P., Černý, V.** Svalová relaxace během celkové anestezie v České republice 2010 – jednodenní prospektivní observační dotazníková studie. *Anest. intenziv. Med.*, 2011, 22, p. 82–89.
4. **McEwin, L., Merrick, P. M., Bevan, D. R.** Residual neuromuscular blockade after cardiac surgery: pancuronium vs rocuronium. *Can. J. Anaesth.*, 1997, 44, p. 891–895.
5. **Murphy, G. S., Szokol, J. W., Marymont, J. H.** Impact of shorter-acting neuromuscular blocking agents on fast-track recovery of the cardiac surgical patient. *Anesthesiology*, 2002, 96, p. 600–606.
6. **Hemmerling, T. M., Russo, G., Bracco, D.** Neuromuscular blockade in cardiac surgery: An update for clinicians. *Ann. Card. Anaesth.*, 2008, 11, p. 80–88.
7. **Virmani, S., Tempe, D. K., Datt, V.** Effect of muscle relaxants on heart rate, arterial pressure, intubation condition and onset of neuromuscular block in patients undergoing valve surgery. *Ann. Card. Anaesth.*, 2006, 9, p. 37–43.
8. **Cammu, G.** How rational is muscle relaxation during cardiac surgery? *Acta Anaesthesiol. Belg.*, 2007, 58, p. 7–14.

9. **Irish, C. L., Murkin, J. M., Cleland, A.** Neuromuscular blockade significantly decreases systemic oxygen consumption during hypothermic cardiopulmonary bypass. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 1991, 5, p. 132–134.
10. **Cammu, G., Cardinael, S., Lahousse, S.** Muscle relaxation does not influence venous oxygen saturation during cardiopulmonary bypass. *J. Clin. Anesth.*, 2007, 19, p. 105–109.
11. **Vernon, D. D., Witte, M. K.** Effect of neuromuscular blockade on oxygen consumption and energy expenditure in sedated, mechanically ventilated children. *Crit. Care Med.*, 2000, 28, p. 1569–1571.
12. **Lemson, J., Driessen, J. J., van der Hoeven, J. G.** The effect of neuromuscular blockade on oxygen consumption in sedated and mechanically ventilated pediatric patients after cardiac surgery. *Intensive Care Med.*, 2008, 34, p. 2268–2272.
13. **Olivieri, L., Piourde, G.** Prolonged (more than ten hours) neuromuscular blockade after cardiac surgery. Report of two cases. *Can. J. Anaesth.*, 2005, 52, p. 88–93.
14. **Buzzelo, W., Schiurmann, D., Pollmaecher, T.** Unequal effects of cardiopulmonary bypass-induced hypothermia on neuromuscular blockade from constant infusion of alcuronium, d-tubocurarine, pancuronium and vecuronium. *Anesthesiology*, 1987, 66, p. 842–846.
15. **Smeulers, N. J., Vierda, J. M., van den Broek, L.** Effects of hypothermic cardiopulmonary bypass on the pharmacodynamics and pharmacokinetics of rocuronium. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 1995, 9, p. 700–705.
16. **Murphy, G. S., Szokol, J. W., Maymont, J. H.** Recovery of neuromuscular function after cardiac surgery: Pancuronium vs rocuronium. *Can. J. Anaesth.*, 1997, 44, p. 891–895.
17. **Cammu, G., Coddens, J., Hendrickx, J.** Dose requirements of infusions of cisatracurium or rocuronium during hypothermic cardiopulmonary bypass. *Br. J. Anaesth.*, 2000, 84, p. 587–590.
18. **Ouattara, A., Richard, L., Charriere, J. M.** Use of cis-atracurium during fast-track cardiac surgery. *Br. J. Anaesth.*, 2001, 86, p. 130–132.
19. **Gueret, G., Rossignol, B., Kiss, G.** Is muscle relaxant necessary for cardiac surgery? *Anaesth. Analg.*, 2004, 99, p. 1330–1333.
20. **van Vlymen, J. M., Parlow, J. L.** The effects of reversal of neuromuscular blockade on autonomic control in the perioperative period. *Anesth. Analg.*, 1997, 84, p. 148–154.
21. **Adamus, M., Gabrhelik, T., Marek, O.** Influence of gender on the course of neuromuscular block following a single bolus dose of cisatracurium or rocuronium. *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2008, 25: p. 589–595.
22. **Kopman, A. F.** Neuromuscular monitoring: Old issues, new controversies. *J. Crit. Care*, 2009, 24, p. 11–20.
23. **Fuchs-Buder, T., Schreiber, J.-U., Meistelman, C.** Monitoring neuromuscular block: an update. *Anaesthesia*, 2009, 64, S1, p. 82–89.
24. **Cerny V, Herold I, Cvachovec K, Sevcik P, Adamus M.** Guidelines for managing neuromuscular block: not only Czech beer deserves a taste. *Anesth. Analg.*, 2011, 112, p. 482.
25. **Donati, F.** Neuromuscular monitoring: what evidence do we need to be convinced? *Anesth. Analg.*, 2010, 111, p. 6–8.
26. **Debaene, B., Plaud, B., Dilly, M. P., Donati, F.** Residual paralysis in the PACU after a single intubating dose of nondepolarizing muscle relaxant with an intermediate duration of action. *Anesthesiology*, 2003, 98, p. 1042–1048.
27. **Murphy, G., Hessel, E., Groom R.** Optimal perfusion during cardiopulmonary bypass: an evidence-based approach. *Anesth. Analg.*, 2009, 108, p. 1394–1417.

Poděkování: Za podporu celého projektu děkujeme firmě MSD a Petru Antošovi (www.ncompany.cz).

Střet zájmu autorů: Autoři deklarují nepřítomnost střetu zájmů.

Do redakce došlo dne 16. 12. 2012.

Do tisku přijato dne 15. 1. 2012.

*Adresa pro korespondenci:
MUDr. Roman Hájek, Ph.D.
Kardiochirurgická klinika
LF Univerzity Palackého a FN Olomouc
I. P. Pavlova 6
775 20 Olomouc
e-mail: hajekrom@atlas.cz*

Errata

V publikované práci Krbila Štefan, Soboňa Viliam, Waczulíková Iveta, Záhorec Roman: Je rozdiel v prežívání pacientov s kraniocerebrálnym poranením s meraným a nameraným intrakraniálnym tlakom? [*Anest. intenziv. Med.*, 2011, roč. 22, č. 5, s. 272–275] chybí následující text:

Štúdiá a článok boli podporované vedecko-výskumným grantom MZ SR 2007/29-UK-06.
(This study was partially supported by a scientific grant MZ SR 2007/29-UK-06.)

Redakce