

# Vöktun vöðvaslökunar við svæfingar

## Ágrip

Erla G. Sveinsdóttir

Kristinn Sigvaldason

**Tilgangur:** Vöðvaslakandi lyf eru notuð við mikinn hluta svæfinga í dag. Æskilegt er að verkun þeirra sé horfin strax að svæfingu lokinni en kannanir hafa hins vegar sýnt að í 17-40% tilvika gæti áhrifa þeirra lengur. Tilgangur þessarar rannsóknar var að kanna hvort hægt væri að minnka eftirstöðvar vöðvaslökunar að svæfingu lokinni með nákvæmri vöktun með taugaörva meðan á svæfingu stendur og auka þannig öryggi sjúklinga eftir skurðaðgerðir.

**Efniviður og aðferðir:** Valdir voru af handahófi 80 sjúklingar sem gengust undir skurðaðgerð á Sjúkrahúsi Reykjavíkur (nú Landspítali Fossvogi) þar sem vöðvaslökun var fyrirfram ákveðin. Helmingur sjúklinga (40 talsins) var vaktaður með taugaörva í svæfingu þar sem gefin eru fjögur væg rafstuð í röð (train-of-four, TOF) og fylgst með TOF-hlutfalli. Markmiðið var að TOF-hlutfall yrði að minnsta kosti 70% áður en sjúklingar væru vaktir og barkarennu fjarlægð. Hjá hinum 40 sjúklingunum var stuðst við klínísk einkenni, svo sem eigin öndun, hósta og vöðvahreyfingar til mats á vöðvaslökun. Tuttugu sjúklingar í hvorum hópi fengu vöðvaslakandi lyfið vecúróníum sem hefur miðlungslanga verkun og 20 sjúklingar fengu langverkandi lyfið pancúróníum. Eftirstöðvar vöðvaslökunar voru metnar á vöknunardeild með svokallaðri „fimm sekúndna höfuðlyftu“ en hún er talin vera það klíníska próf sem best gefur til kynna hvort sjúklingur hafi endurheimt nægjanlegan vöðvastyrk til að halda öndunarvegi opnum og hreinum. Handstyrkur sjúklings var einnig mældur fyrir og eftir svæfingu. Þeir sjúklingar sem voru lægri en 12 samkvæmt Glasgow meðvitundarkvarða (Glasgow Coma Score, GCS) og því hugsanlega of sljóir eftir svæfinguna til að taka þátt í prófununum voru ekki teknir með fyrir en GCS var komið yfir 12 stig.

**Niðurstöður:** Í ljós kom að 15% sjúklinga voru undir áhrifum vöðvaslakandi lyfja við komu á vöknunardeild. Sjúklingahóparnir voru sambærilegir varðandi almenn atriði, svo sem aldur, kyn, þyngd og blóðgildi. Notkun taugaörva með TOF-hlutfalli 70% reyndist ekki marktækt fækka sjúklingum með einkenni um vöðvaslökun eftir svæfingu. Munur á lyfjum með langa eða miðlungslanga verkun með tilliti til eftirstöðva vöðvaslökunar reyndist heldur ekki marktækur.

**Ályktun:** Eftirstöðvar af áhrifum vöðvaslakandi lyfja eru nokkuð algengar (15%) hjá sjúklingum við komu á vöknunardeild. Hvorki notkun stuttverkandi lyfja

## ENGLISH SUMMARY

Sveinsdóttir EG, Sigvaldason K

### Neuromuscular monitoring during anesthesia

Læknablaðið 2002; 88: 625-30

**Objective:** Muscle relaxants are very important in anesthetic practice but must be used with great care. Studies have shown that 17-40% of patients in postanesthesia care units (PACU) have residual muscle weakness. The purpose of this study was to evaluate whether the use of neuromuscular monitors during anesthesia could reduce the incidence of muscle weakness in the postoperative period.

**Materials and method:** Eighty patients operated for laparoscopic cholecystectomy or lumbar disc prolapse given muscle relaxants during anesthesia were studied, randomly allocated to four groups. Forty of these patients were monitored with neuromuscular monitor (TOF-guard™) during anesthesia and the set point was a TOF-ratio of at least 70% before extubating the patients. Forty patients were monitored by usual clinical signs (spontaneous breathing, cough and muscle movement). Twenty patients in each group were given vecuronium as muscle relaxant and 20 patients received pancuronium, again patients were randomly selected. In the PACU all patients were evaluated and the “5-sec headlift test” was used to find patients with muscle weakness. Hand grip strength was also measured before anesthesia and in the PACU. Glasgow Coma Score (GCS) was used to evaluate if patients were too drowsy to co-operate and patients with GCS < 12 were excluded. Measurements were made after arrival to the PACU and every 30 minutes thereafter until headlift was at least 5 sec.

**Results:** The incidence of restcurarization was 15% on arrival to the PACU. No statistically significant difference was found between those monitored with neuromuscular monitors and those that were not. Similarly no statistical difference was found between short acting neuromuscular blocking agents and longer acting agents.

**Conclusion:** Although we didn't find any benefit from neuromuscular monitoring or using shorter acting drugs, the use of nerve stimulators and short acting drugs is still recommended, especially for high risk patients. The generally accepted train-of-four (TOF-) ratio of 70% has been questioned by some authors, recommending a higher ratio (85%). Further studies using a higher TOF-ratio are therefore recommended.

**Key words:** muscle relaxants, residual curarization, TOF, TOF-guard, recovery, head-lift.

**Correspondence:** Kristinn Sigvaldason, krisig@landspitali.is

Svæfinga- og gjörgæsludeild,  
Landspítala Fossvogi.  
Fyrirspurnir og bréfaskipti:  
Kristinn Sigvaldason,  
svæfinga- og gjörgæsludeild,  
Landspítala Fossvogi, 108  
Reykjavík. Sími: 525 1000,  
krisig@landspitali.is

**Lykilorð:** vöðvaslökun,  
eftirstöðvar vöðvaslökunar,  
taugaörvi, vöknunardeild,  
höfuðlyfta.

né notkun fullkomins taugaörva fækkaði marktækt sjúklingum með minnkaðan vöðvastyrk eftir svæfingu en þó teljum við ástæðu til að mæla áfram með vöktun vöðvaslökunar, ekki síst við svæfingar áhættusjúklinga og í löngum aðgerðum. Til þessa hefur verið talið að 70% TOF-hlutfall nægði til þess að sjúklingurinn hefði nægilegan vöðastyrk í lok svæfingar. Nýleg rannsókn bendir hins vegar til þess að TOF-hlutfall þurfi að vera að minnsta kosti 85% til að fyrirbyggja eftirstöðvar vöðvaslökunar. Frekari rannsóknar er þörf þar sem markmiðið væri herra TOF-hlutfall.

### Inngangur

Vöðvaslakandi lyf eru nauðsynleg við nútímasvæfingar en þau eru vandmeðfarin. Fylgjast verður vel með áhrifum þeirra meðan á skurðaðgerð stendur og einnig fyrstu klukkustundir eftir að aðgerð lýkur. Þau eru gefin í byrjun svæfingar og verkun þeirra viðhaldið eftir því sem þörf krefur en vöðvaslökun á að vera yfirstaðin þegar sjúklingur er vakinn og barkarennu fjarlægð. Til að hemja verkun vöðvaslakandi lyfja er gefið lyfið neostigmín í lok svæfingar en áhrif þess eru háð magni vöðvaslakandi lyfs í líkamanum. Ef áhrif vöðvaslakandi lyfja eru enn til staðar að svæfingu lokinni er hætta á að mikilvægir vöðvar í efri loftvegum geti verið veiklaðir og erfiðleikar skapist við að halda loftvegum opnum og hreinum (1). Ásamt svæfingaráhrifum getur þetta því leitt til öndunarerfiðleika auk þess sem magainnihald getur komist í loftvegi ef sjúklingur kastar upp þar sem varnarviðbrögð í koki eru veikluð. Sýnt hefur verið fram á aukna tíðni samfalls og sýkinga í lungum fyrstu vikuna eftir svæfingu hjá sjúklingum sem eru undir áhrifum langvirkra vöðvaslakandi lyfja eftir svæfingu (2). Máttleysistilfinningin sem þessu fylgir er einnig mjög óþægileg fyrir vakandi sjúklinga.

Rannsókn, sem gerð var á tíðni eftirstöðva vöðvaslökunar á Sjúkrahúsi Reykjavíkur árið 1997 af sömu rannsóknaraðilum og nú, sýndi að tíðnin var 17% (3) sem er svipað eða jafnvel minna en sýnt hefur verið fram á við erlendar rannsóknir (20-40% tilfella) (4-7).

Aukin notkun stuttverkandi lyfja hefur lækkað tíðnina en ekki komið í veg fyrir að vöðvaslökun dragist á langinn (7, 8). Mælt hefur verið með vöktun vöðvaslökunar með taugaörva meðan á svæfingu stendur en það felst í að gefa væg rafstuð yfir úlnartaug við úlnlið eftir ákveðnu mynstri sem kallað hefur verið „fjögur í röð“ eða train-of-four (TOF) og meta hreyfingar þumalfingurs í kjölfarið. Ekki hefur tekist að sýna fram á minni tíðni eftirstöðva vöðvaslökunar þegar notuð er einföld taugaörvun og viðbragðið metið sjónrænt (9). Á seinni árum hafa komið á markað fullkomnari taugaörvar þar sem viðbragðið við taugaörvuninni er metið með meiri nákvæmni en áður. Með þessari tækni er hægt að mæla svokallað TOF-hlutfall sem gefur betri upplýsingar um vöðva-

slökunina (10). Tilgangur þessarar rannsóknar var að kanna hvort hægt væri að koma í veg fyrir vöðvaslappleika eftir svæfingu með hjálp fullkominna taugaörva þar sem markmiðið væri TOF-hlutfall >70% en ekki hafði verið sýnt fram á það þegar farið var af stað með rannsókn þessa árið 1997. Ný rannsókn sem gerð var í Danmörku og birt var í febrúar 2002 (11) sýndi að með notkun taugaörva með TOF-hlutfalli 80% lækkaði marktækt vöðvaslökun eftir svæfingu.

### Efniviður og aðferðir

Valdir voru af handahófi 80 sjúklingar á Sjúkrahúsi Reykjavíkur (nú Landspítali Fossvogi) sem áttu að gangast undir brottnám gallblöðru með kvíðsjá eða brjóslosaðgerð á baki en við þær aðgerðir eru notuð vöðvaslakandi lyf. Vísindasiðanefnd sjúkrahússins samþykkti rannsóknina. Fyrir aðgerð var fengið samþykki sjúklinganna fyrir þátttöku í rannsókninni og mældur handstyrkur þeirra með mæli af gerðinni Martin vigorimeter® (Chattanooga, England). Allir tilheyrðu sjúklingarnir ASA-áhættuflokki I eða II (sjúklingaflokkun American Society of Anesthesiologists) (12). Enginn sjúklinganna var alvarlega veikur og enginn neytti lyfja sem gætu haft áhrif á niðurstöður rannsóknarinnar. Ekki var heldur saga um vöðva- eða taugasjúkdóma. Sjúklingunum var skipt á tilviljanakenndan hátt þannig að 40 þeirra voru vakt aðir með taugaörva en hjá hinum 40 var stuðst við klínísk einkenni (eigin öndun, hósta, aukinn öndunarþrýsting og vöðvahreyfingar) til mats á vöðvaslökun. Aftur var hópunum skipt upp á tilviljanakenndan hátt þannig að í hvorum hópnum fengu 20 sjúklingar vöðvaslakandi lyfið vecúróníum sem hefur miðlungslanga verkun (20-40 mín), hinir 20 fengu lyfið pancúróníum sem hefur langa verkun (40-60 mínútur). Lyfjaforgjöf var samkvæmt venju á svæfingadeild og svæfing var framkvæmd á venjubundinn hátt. Leyfð var notkun súxametoníums við ísetningu barkarennu ef þess var óskað. Svæfingu var síðan viðhaldið með innöndunarlyfjunum ísofluran eða sevófluran auk glaðlofts og fentanýls. Í lok aðgerðar fengu allir sjúklingar atropín 1 mg og neostigmín 2,5 mg til að vinna gegn áhrifum vöðvaslökunar.

Taugaörvi af gerðinni TOF-GUARD® (Organon Teknika) var notaður til vöktunar á vöðvaslökun. Tækið byggir á mælingu hröðunar á þumalfingri við taugaertingu. Hröðunarnemi er límdur innanvert á þumalfingurinn og rafskaut límd á húð yfir úlnartaug við úlnlið. Nemi sem mælir hita húðar er einnig límdur í lófa sjúklings. Á tveimur sekúndum eru gefin fjögur væg rafstuð í röð (TOF) sem leiða til samsvarandi kippa í þumalfingri. Hlutfall fyrsta og fjórða viðbragðs er síðan metið og það kallast TOF-hlutfall en það gefur mikilvægustu upplýsingarnar um vöðvaslökunina. Taugaörvun er síðan endurtekin með 10-12 sekúndna millibili. Við gjöf afskautandi lyfs (de-

**Table I.** Demographic data. Patients given pancuronium as muscle relaxant were older than those given vecuronium. No other statistical difference was found between the groups whether monitored with or without neuromuscular monitor, given pancuronium or vecuronium as muscle relaxant or believed to be restcurarized or not.

	Unit	Mean	TOF / non TOF			Vecuronium / Pancuronium			PACU with GCS > 12		
			TOF	non TOF	P-value	Vec	Pan	P-value	Headlift > 5 sec	< 5 sec	P-value
Number of patients	number	80	40	40	ns	40	40	ns	64	12	ns
Age	years	47,5	47,2	47,8	ns	42,7	52,3	0,038	46,8	49,4	ns
Males / females	number	34/46	21/19	13/27	ns	17/23	17/23	ns	28/36	5/7	ns
Bodyweight	kg	78,9	79,6	77,9	ns	79,8	78	ns	80	78,3	ns
Hemoglobin	g/L	140	141	139,1	ns	136,5	142,5	ns	138,4	148	ns

TOF: Patients monitored during anesthesia with TOF-guard.  
 non TOF: Patients monitored during anesthesia without TOF-guard.  
 PACU : Postanesthesia Care Unit  
 GCS : Glasgow coma score.  
 ns: non significant.

polarizing muscle relaxants) minnka og hverfa allir kippirnir jafnt og koma allir jafnt til baka. Við gjöf lyfja án afskautunar (non-depolarizing muscle relaxants) verður myndin önnur. Síðasti kippurinn minnkar fyrst og síðan koll af kolli. Þetta fyrirbæri er kallað „að fjara út“ (fade) og út frá því er TOF-hlutfallið reiknað. Við aukna vöðvaslökun hverfa fleiri kippir (eða TOF-svör) og ef allir hverfa er um mikla vöðvaslökun að ræða. Viðbrögðin koma síðan í sömu röð til baka. Þegar viðbrögðin eru orðin tvö þarf að gefa meira af vöðvaslakandi lyfi ef slökunin á að haldast. Nauðsynlegt er að tvö viðbrögð séu komin til baka þegar neostigmín er gefið við lok svæfingar því ef slökunin er dýpri nægir neostigmín ekki til að snúa henni við. Í þessari rannsókn var þess gætt að svo væri. Barkarena var fjarlægð þegar TOF-hlutfallið var komið yfir 70%. Hjá þeim sem ekki voru vaktaðir með taugaörva var stuðst við venjubundin klínísk einkenni til mats á hvenær þörf var á viðhaldsskammti vöðvaslakandi lyfs, hvenær neostigmín skyldi gefið og hvenær óhætt væri að fjarlægja barkarenu.

Þegar sjúklingur kom á vöknunardeild var hann skoðaður af öðrum aðila en þeim sem svæfði. Þar var vöðvastyrkleiki kannaður með tvennum hætti, annars vegar með höfuðlyftu, þar sem sjúklingur var látinn lyfta höfði frá kotta eins lengi og hann gat eða að minnsta kosti í fimm sekúndur og hins vegar var hann látinn kreista sama þrýstingsmæli og hann gerði fyrir svæfingu til mælingar á vöðvastyrk í hendi. Súrefnismettun var mæld með púlsoxímæli strax við komu á vöknunardeild og síðan eftir gjöf súrefnis í nös. Meðvitundarstig var ákvarðað samkvæmt Glasgow meðvitundarkvarða (Glasgow Coma Score, GCS) (13) og líkamshiti mældur. Fyrsta prófun var gerð strax við komu á vöknunardeild og síðan endurtekin á 30 mínútna fresti eða þar til sjúklingur gat haldið höfði í að minnsta kosti fimm sekúndur. Þeir sjúklingar sem voru lægri en 12 samkvæmt GCS og því hugsanlega of sljóir eftir svæfinguna til að taka þátt í prófununum voru ekki teknir með fyrr en GCS var komið yfir 12 stig. Niðurstöður mælinga á vöknunardeild voru skráðar á þar til gert eyðublað sem

síðan var yfirfarið ásamt svæfingarblaði viðkomandi sjúklings.

Við tölfræðiútreikninga var notuð svokölluð tveggja hliða tilgátuprófun (Two-sided hypothesis testing). Sett var fram núll-tilgáta um að enginn munur væri á samanburðarhópunum, með 95% öryggismörkum.

### Niðurstöður

Áttatíu sjúklingar tóku þátt í rannsókninni, 46 konur (57,5%) og 34 karlar (42,5%) (tafla I). Hjá 49 sjúklingum var liðþófi milli hryggjarliða fjarlægður með aðstoð smásjár en hjá 31 sjúklingi var gallblaðra fjarlægð gegnum kviðsjá. Sjúklingarnir voru á aldrinum 15-88 ára. Sjúklingahóparnir voru sambærilegir hvað varðar aldur, kyn, þyngd og blóðrauða nema að þeir sjúklingar sem fengu pancúróníum reyndust nokkuð eldri en þeir sem fengu vecúróníum (tafla I).

Í töflu II má sjá niðurstöður varðandi svæfingartíma og lyfjagjafir. Svæfingartími var frá 30 til 155 mínútur. Fyrir heildarhópin reyndist tími frá síðasta skammti vöðvaslakandi lyfs þar til mælingar á vöðvastyrk hófust á vöknunardeild vera frá 20 mínútnum til 140 mínútna og tími frá gjöf neostigmíns var á bilinu 5 til 25 mínútur. Ekki reyndist vera marktækur munur á svæfingartíma, tíma frá gjöf vöðvaslakandi lyfs, tíma frá gjöf neostigmíns eða á lyfjaskömmtum vöðvaslakandi lyfs hjá þeim sem vaktaðir voru með og án taugaörva. Hjá þeim sem fengu pancúróníum til vöðvaslökunar reyndist bæði svæfingartími og tími frá síðasta skammti vöðvaslakandi lyfs marktækt lengri í samanburði við þá sem fengu vecúróníum.

Við komu á vöknunardeild reyndust 15 sjúklingar ófærir um að halda höfði í fimm sekúndur, þrjú þeirra voru undir 12 stigum á GCS og því ekki teknir með í útreikninga í fyrstu mælingu. Af þessum þremur sem voru of sljóir höfðu tveir fengið pancúróníum og einn vecúróníum. Eftir voru því 12 sjúklingar með greinilega vöðvaslökun, eða 15%. Ekki kom fram marktækur munur varðandi svæfingartíma, tíma frá síðustu gjöf vöðvaslakandi lyfs að mælingu vöðvastyrks, tíma frá gjöf neostigmíns eða á lyfjaskömmtum hjá þeim sem voru vöðvaslakir (tafla II). Átta þessara 12

**Table II.** Muscle relaxation and reversal. The table shows values for time and dose of muscle relaxants. Duration of anaesthesia and time from last dose of muscle relaxant was longer with patients given pancuronium and mean dose of muscle relaxant was higher than for patients given vecuronium. No statistical difference was found between the groups whether monitored with or without neuromuscular monitor or believed to be restcurarized or not.

	Unit	Mean	TOF/non TOF		P-value	Vecuronium/Pancuronium			PACU with GCS > 12		
			TOF	non TOF		Vec	Pan	P-value	Headlift		P-value
									> 5 sec	< 5 sec	
Duration of anesthesia	min	87,56	88	87,1	ns	76,63	98,5	0,0002	86,72	87,27	ns
Time from last dose	min	66,81	66	67,6	ns	54	79,63	0,0002	65,78	65,45	ns
Time from neostigmin	min	13,77	13,1	12	ns	14,14	13,42	ns	13,9	13	ns
Mean dose/weight	mg/kg	0,0939	0,091	0,099	ns	0,1137	0,0757	0,0002	0,0947	0,0908	ns
Mean dose/weight/ time	mg/kg/min	0,0012	0,0011	0,0013	ns	0,0016	0,0008	0,0002	0,0013	0,0012	ns

TOF: Patients monitored during anesthesia with TOF-guard.  
non TOF: Patients monitored during anesthesia without TOF-guard.  
PACU : Postanesthesia Care Unit  
GCS : Glasgow coma score.  
ns: non significant.

**Table III.** No statistical difference was found between those believed to be restcurarized (headlift under 5 sec) and those who were not whether they were monitored with or without neuromuscular monitors or between those given vecuronium or pancuronium as muscle relaxants. No statistical difference was found in oxygen saturation, hand grip strength or body temperature.

	Unit	PACU with GCS > 12		P-value
		Headlift > 5 sec	< 5 sec	
Number of patients		64	12	
TOF	number	30	8	
non TOF	number	34	4	
Pancuronium	number	31	7	
Mean dose / weight / time	mg/kg/min	0,0008	0,0008	ns
Vecuronium	number	33	5	
Mean dose / weight / time	mg/kg/min	0,0016	0,0016	ns
SaO2 without O2 *	%	93,55	91,45	ns
SaO2 with O2 *	%	97,7	96,8	ns
Hg. strength before operation **	kPa	174,3	147,5	ns
Hg. strength after operation **	kPa	112,8	75,1	ns
Body temperature	°c	35,9	35,9	ns

\* SaO2 = oxygen saturation  
\*\* Hg. = Handgrip strength  
TOF: Patients monitored during anesthesia with TOF-guard.  
non TOF: Patients monitored during anesthesia without TOF-guard.  
PACU : Postanesthesia Care Unit  
GCS : Glasgow coma score.  
ns: non significant.

vöðvaslökðuð sjúklinga höfðu verið vaktadír með taugaörva en hinir fjórir vaktadír með klínískum ein-kennum en þarna reyndist ekki vera marktækur munur.

Fimm þeirra 12 sjúklinga sem voru vöðvaslakaðir á vöknunardeild höfðu fengið vecúróníum og sjö pancúróníum. Ekki reyndist munur á lyfjaskömmtum að teknu tilliti til þyngdar sjúklings og svæfingartíma (tafla III). Hjá fjórum þeirra 40 sjúklinga sem fengu pancúróníum við upphaf vöðvaslökunar var vecúróníum notað til viðhalds vöðvaslökunarinnar. Í útreikningum er miðað við samanlagt magn vöðvaslakandi lyfja. Af þessum fjórum voru þrír vöðvaslakaðir eftir svæfingu.

Allir sjúklingarnir fengu atropín 1 mg og neostigmín 2,5 mg í lok svæfingar. Þrír sjúklingar sem fengið höfðu pancúróníum fengu aukaskammt af neostigmíni strax eftir aðgerð og var einn þeirra enn undir áhrifum vöðvaslakandi lyfs við komu á vöknunardeild.

unardeild. Enginn sjúklinganna fékk aukalega neostigmín á vöknunardeild.

Á vöknunardeild var súrefnismettun mæld í fyrstu án súrefnisgjafar og síðan eftir að gjöf þess hófst. Reyndist þar ekki vera marktækur munur milli sjúklinga sem voru undir áhrifum vöðvaslakandi lyfja og þeirra sem það voru ekki. Ekki reyndist marktækur munur milli hópanna varðandi handstyrk eða líkams-hita (tafla III).

Við aðra mælingu, 30 mínútum síðar, eftir komu á vöknunardeild, reyndust tveir sjúklingar (5%) með GCS yfir 12 stig ófærir um að halda höfði í fimm sekúndur. Báðir voru þeir undir 12 stigum á GCS skala í fyrstu mælingu og því ekki með þá. Annar þeirra hafði fengið pancúróníum og var vaktadír með taugaörva hinn vecúróníum og var metinn með klínískum aðferðum.

Við þriðju mælingu, eða klukkustund eftir komu á vöknunardeild, voru allir sjúklingarnir færir um að halda höfði í fimm sekúndur og svo var einnig við fjórðu mælingu, 90 mínútum eftir komu á vöknunardeild.

## Umræða

Niðurstöður þessar leiða í ljós að 12 sjúklingar af 80 eða 15% voru undir áhrifum vöðvaslakandi lyfja við komu á vöknunardeild. Þrír sjúklingar til viðbótar voru ófærir um að framkvæma þau klínísku próf sem fyrir þá voru lögð en voru ekki teknir með þar sem hér gæti hafa verið um að ræða áhrif svæfingarlyfja en ekki vöðvaslakandi lyfja. Tveir af þessum þremur sjúklingum voru vöðvaslakaðir við aðra mælingu, 30 mínútum eftir komu á vöknunardeild, og má gera ráð fyrir að svo hafi einnig verið við fyrstu mælingu og hlutfallið væri því heldur hærra, eða að minnsta kosti 17%. Tíðni vöðvaslökunar virðist nokkuð lægri en erlendar kannanir hafa sýnt (4-7) og einungis tveir sjúklingar voru undir áhrifum vöðvaslakandi lyfja 30 mínútum eftir komu á vöknunardeild og enginn 60 mínútum eftir komu. Vöðvaslakandi áhrif virðast því vera með öllu horfin um klukkustund eftir komu á vöknunardeild.

Sjúklingahóparnir reyndust að mestu sambærilegir hvað varðar aldur, kyn og líkamsþyngd. Gengið var úr skugga um að blóðrauði sjúklinganna væri sambærilegur en það máttleysi sem fylgir blóðleysi gæti hugsanlega haft áhrif á niðurstöður.

Þeir sjúklingar sem fengu pancúróníum til vöðvaslökunar reyndust þó vera eldri en þeir sem fengu vecúróníum. Svæfingartími þeirra var lengri en þó var tími frá síðasta skammti vöðvaslakandi lyfs lengri og meðalskammtur var minni.

Í fyrri könnun okkar reyndist súrefnismettun þeirra sjúklinga sem voru vöðvaslakaðir við komu á vöknunardeild lægri en hinna. Í þessari könnun var súrefnismettun þeirra einnig lægri en þó ekki svo að munurinn mældist tölfræðilega marktækur. Nýleg erlend rannsókn hefur sýnt fram á að sjúklingar sem eru undir áhrifum langverkandi vöðvaslakandi lyfja eftir svæfingu þurfa súrefni aukalega til að halda uppi súrefnismettun í blóði (2). Líkamshiti sjúklinga við komu á vöknun var mældur og reyndist ekki hafa áhrif en þekkt er að kæling veldur vöðvastirðleika og gæti því truflað niðurstöður (14).

Ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar á því hvaða mæliaðferð hentar best til að meta áhrif vöðvaslakandi lyfja og er skemmst frá því að segja að enn hefur ekki fundist nein aðferð sem það metur svo óyggjandi sé. Mælt hefur verið með notkun taugaörva í svæfingu en ekki hafði tekist að sýna fram á minni eftirstöðvar vöðvaslakandi lyfja með þeim taugaörvum sem á markaði voru er farið var af stað með rannsókn þessa. (9). Ekki tókst að sýna fram á að notkun taugaörva í svæfingu lækkaði tíðni eftirstöðva vöðvaslökunar í þessari könnun. Til að tryggja nægilegan vöðvastyrk að svæfingu lokinni var markmiðið að ná TOF-hlutfalli í að minnsta kosti 70%. Fram hafa komið þær kenningar að hlutfallið þurfi að vera að minnsta kosti 85% til að vöðvastyrkur sjúklings sé nægilega endurheimtur (15). Ef svo er gæti það hugsanlega skýrt líttin árangur af notkun taugaörva í þessari rannsókn en frekari rannsókn er þörf því til staðfestingar. Nýleg rannsókn þar sem TOF-hlutfallið var 80% sýndi fram á marktæka lækkun vöðvaslökunar eftir svæfingu (11).

Hvað varðar mat á vöðvaslökun á vöknunardeild völdum við þann kostinn að nota klínískt próf. Notkun taugaörva er auðveld á sofandi sjúklingum en notkun tækisins á vöknunardeild fylgja ýms vandkvæði. Hreyfingar geta truflað mælingarnar og notkun tækisins krefst því góðrar samvinnu við sjúkling. Auk þess fylgja viss óþægindi þeim vægu rafstuðum sem tækið gefur. Pavlin et al (1) sýndu fram á að þrátt fyrir nægan innöndunarkraft og innöndunarþrýsting hafa vöðvar í öndunarvegi ekki endurheimt nægan styrk til að efri öndunarvegir haldist opnir og hreinir fyrr en sjúklingur getur haldið höfði í fimm sekúndur eða lengur. Notuðum við því fimm sekúndna höfuðlyftuna til marks um hvort sjúklingar væru enn undir áhrifum

vöðvaslakandi lyfja við komu á vöknunardeild. Auk höfuðlyftunnar var handstyrkur mældur til að sjá hvort hægt væri að finna samsvörun með höfuðlyftunni. Hann reyndist ekki marktækt lægri hjá þeim sjúklingum sem voru vöðvaslakaðir en tilhneiging í þá átt var hins vegar greinileg.

Nokkuð dregur úr nákvæmni rannsóknarinnar að ekki reyndist mögulegt að sami aðili framkvæmdi allar mælingarnar en slíkt hefði verið æskilegt. Smávægileg vandkvæði fylgdu notkun taugaörvanna vegna ónógrar reynslu þeirra sem mælingarnar framkvæmdu. Taugaörvar höfðu hlutfallslega lítið verið notaðir á svæfingardeild Sjúkrahúss Reykjavíkur er við fórum af stað með rannsóknina. Þá höfðu nýlega verið tekin í notkun tæki sem gera kleift að mæla nákvæmt TOF-hlutfall á auðveldan máta. Notkun þeirra hefur færst mjög í vöxt á deildinni síðan rannsóknin var gerð.

Notkun vöðvaslakandi lyfja hefur á undanförunum árum breyst í þá átt að lyf með styttri verkunartíma hafa leyst hin eldri og langvirkari af hólmi og hefur þróunin verið hröð. Fyrir nokkrum árum var mælt er til þess að pancúróníum væri ekki notað við skurðaðgerðir (2). Í dag heyrir notkun pancúróníum við skurðaðgerðir til undantekninga en stuttverkandi lyfið rókúróníum er mest notað, það var hins vegar ekki komið á markað á Íslandi er rannsókn þessari var hleypt af stokkunum. Þrátt fyrir að rannsóknin nú hafi ekki sýnt fram á að notkun taugaörva dragi úr vöðvaslökun eftir svæfingu er ástæða til að mæla áfram með notkun þeirra ekki síst við svæfingu áhættusjúklinga og í löngum aðgerðum (6-9, 11, 16). Frekari rannsókn er þörf þar sem markmiðið væri herra TOF-hlutfall.

### Lokaorð

Eftirstöðvar vöðvaslakandi lyfja eru algengar (15%) hjá sjúklingum við komu á vöknunardeild. Þó ekki hafi tekist að sýna fram á aukinn vöðvastyrk sjúklinga eftir svæfingu með notkun taugaörva í svæfingu í þessari könnun er ástæða til að mæla áfram með notkun þeirra, ekki síst við svæfingar áhættusjúklinga og í löngum aðgerðum. Vöðvaslakandi lyf eru þess eðlis að notkun þeirra krefst stöðugs eftirlits. Þrátt fyrir að þekking á verkun þeirra hafi aukist og þróun hafi orðið í mæliaðferðum til að mæla virkni þeirra er ljóst að enn má bæta um betur.

### Þakkir

Sérstakar þakkir eru til samstarfsfólks á svæfingardeild Sjúkrahúss Reykjavíkur og hjúkrunarfræðinga á vöknunardeild. Einnig til Vísindasjóðs Sjúkrahúss Reykjavíkur sem veitti styrk til rannsóknarinnar og til Sigurðar Sveinssonar vegna aðstoðar við tölfræðiútreikninga.

**Heimildaskrá**

1. Pavlin E, Holle R, Schoene R. Recovery of airway protection compared with ventilation in humans after paralysis with curare. *Anesthesiology* 1989; 70: 381-5.
2. Berg H, Viby-Mogensen J, Roed J, Mortensen CR, Engbæk J, Skovgaard LT, et al. Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 1095-103.
3. Sveinsdóttir E, Káráson S, Scheving S, Sigvaldason K. Áhrif vöðvaslakandi lyfja á vöðvastyrk eftir svæfingar. *Læknablaðið* 1998; 84: 16-23.
4. Viby-Mogensen J, Jørgensen B, Ørding H. Residual curarization in the recovery room. *Anesthesiology* 1979; 50: 539-41.
5. Beemer G, Rozental P. Postoperative neuromuscular function. *Anaesth Intens Care* 1986; 14: 41-5.
6. Lennmarken C, Löfström J. Partial curarization in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984; 28: 260-2.
7. Bevan D, Smith C, Donati F. Postoperative neuromuscular blockade: A comparison between atracurium, vecuronium and pancuronium. *Anesthesiology* 1988; 69: 272-6.
8. Andersen B, Madsen J, Schurizek B, Juhl B. Residual curarization: a comparative study of atracurium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988; 32: 79-81.
9. Pedersen T, Viby-Mogensen J, Bang U, Olsen N, Jensen E, Engbæk J. Does perioperative tactile evaluation of the train-of-four response influence the frequency of postoperative residual neuromuscular blockade? *Anesthesiology* 1990; 73: 835-9.
10. Viby-Mogensen J. Clinical assessment of neuromuscular transmission. *Br J Anaesth* 1982; 54: 209-23.
11. Gätke M.R, Viby-Mogensen J, Rosenstock C, Jensen F.S, Skovgaard L.T. Postoperative muscle paralysis after rocuronium: Less residual block when acceleromyography is used. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002; 46: 207-13.
12. American society of anesthesiologists: New classification of physical status. *Anesthesiology* 1963; 24: 111.
13. Teasdale G, Bennett B. Assessment of coma and impaired consciousness: A practical scale. *Lancet* 1974; 2: 81.
14. Erikson L, Lennmarken C, Jensen E, Viby-Mogensen J. Twitch tension and train-of-four ratio during prolonged neuromuscular monitoring at different peripheral temperatures. *Acta Anaesthesiol Scand* 1991; 35: 247-52.
15. Engbæk J, Østergaard D, Viby-Mogensen J, Skovgaard L. Clinical recovery and Train-of-Four ratio measured mechanically and electromyographically following atracurium. *Anesthesiology* 1989; 71: 391-5.
16. Kopman A, Ng J, Zank L, Neuman G, Yee P. Residual postoperative paralysis. *Anesthesiology* 1996; 85: 1253-9.