Originalni rad

ISPITIVANJE UTICAJA TEHNIKE MONITORINGA NEUROMUSKULARNOG BLOKA METODOM POSTTETANIČKOG BROJA NA KVALITET HIRURŠKIH USLOVA (značaj monitoringa neuromuskularnog bloka na kvalitet hirurških uslova)

Radmilo Janković^{1,2}, Aleksandar Nikolić²,
Anita Vuković², Milena Stojanović²,
Danica Marković², Vesna Dinić²

¹ Medicinski fakultet, Univerzitet u Nišu, Niš, Srbija

² Centar za anesteziologiju i reanimatologiju, Klinički centar Niš, Niš, Srbija

Sažetak

Uvod: Subjektivna procena neuromuskularnog bloka (NMB) fokusirana na nekim kliničkim znacima, kao što su vizuelna i taktilna procena, može biti veoma teška i sprovedena samo nad budnim pacijentima. Stoga se čini da bi upotreba objektivnog monitoringa NMB trebalo da postane sastavni deo anesteziološke opreme. **Cilj rada:** Cilj istraživanja je bio da se utvrdi da li se primenom akcelero-miografije, korišći metodu posttetaničkog broja (PTC) za monitoring NMB, stvaraju bolji uslovi za hirurški rad u odnosu na subjektivni, klinički monitoring NMB. **Materijal i metode:** Ova randomizirana klinička studija uključivala je 40 pacijenata, operisanih na Klinici za opštu hirurgiju Kliničkog centra u Nišu. Pacijenti su podeljeni u dve grupe od po 20 pacijenata ($n = 20$). Kod pacijenta prve grupe (ESM_{kon}), u svim fazama anestezijskog toka, primenjivan je subjektivni, klinički monitoring NMB, dok je kod pacijenta u drugoj grupi (ESM_{ptc}) korišćen akcelero-miografski monitoring baziran na korišćenju metode posttetaničkog broja (TOF Watch® S) u različitim fazama NMB. Uslovi su kvalitativno gradirani kao prihvatljivi i neprihvatljivi, kao i izuzetni, zadovoljavajući i otežani, i međusobno upoređivani između ispitivanih grupa. Statistička značajnost je procenjena Fisher-ovim egzaktnim testom i uzimana za $p < 0,05$. **Rezultati:** Od ukupnog broja ispitanika, kod njih 8 (20%) hirurški uslovi u trenutku dodavanja relaksanta ocenjeni su kao klinički neprihvatljivi, za razliku od ESM_{ptc} grupe u kojoj nema neprihvatljivih uslova ($p < 0,01$). Broj hirurških uslova ocenjenih kao loši u ESM_{kon} zauzima 8 od 20, za razliku od ESM_{ptc} grupe u kojoj loših uslova nije bilo, dok je izuzetnih bilo 17 od 20 ($p < 0,001$). **Zaključak:** Step hirurške relaksacije se bolje obezbeđuje monitorin-

Autor za korespondenciju: Aleksandar N. Nikolić, Pasi Poljana, Ul. Osme srpske brigade br. 6, 18000 Niš, Srbija, Telefon: 065/ 277-88-47, E-mail: draleksandarnikolic@hotmail.com

Original article

EXAMINING INFLUENCES OF NEUROMUSCULAR BLOCK POST TETANIC MONITORING TECHNIQUE ON THE QUALITY OF SURGICAL CONDITIONS (neuromuscular block and quality of surgical conditions)

Radmilo Janković^{1,2}, Aleksandar Nikolić²,
Anita Vuković², Milena Stojanović²,
Danica Marković², Vesna Dinić²

¹ School of Medicine, University of Niš, Niš, Serbia

² Center for anesthesiology and resuscitation, Clinical centre of Niš, Niš, Serbia

Summary

Introduction: Subjective estimation of neuromuscular block (NMB), focused on clinical signs such as visual and tactile estimation, can be very difficult and conducted only on awake patients. Hence, it seems that usage of NMB's objective monitoring should become a component of anaesthesiological equipment. **Objective:** The objective was to establish whether application of acceleromyography using the post-tetanic number method (PTC) for NMB's monitoring creates better conditions for surgical work in comparison to subjective, clinical monitoring of NMB. **Materials and methods:** This randomized clinical study included 40 patients, operated in the General surgery clinic of Clinical center in Nis. Patients were divided into 2 groups consisting of 20 patients each ($n=20$). Subjective, clinical monitoring of NMB was used on patients in the first group (ESM_{kon}) in all phases of anaesthesiological flow, while PTC mode (TOF Watch® S) based acceleromyographical monitoring in different phases of NMB was used on the patients in the second group (ESM_{ptc}). The conditions were qualitatively graded as acceptable and non acceptable, as well as exceptional, satisfying and difficult, and they were mutually compared between examined groups. Statistical significance is estimated with Fisher's exact test and taken as $p < 0.05$. **Results:** Surgical conditions were marked as clinically unacceptable in the moment of adding relaxant in 8 (20%) out of total number of examinees, unlike ESM_{ptc} group which did not have unacceptable conditions ($p < 0.01$). The number of bad marked surgical conditions in ESM_{kon} takes 8 out of 20, unlike ESM_{ptc} group which did not have bad marked conditions, but on the other hand it had 17 out of 20 marked as exceptional ($p < 0.001$). **Conclusion:** The degree of surgical relaxation is better secured by NMB

Corresponding author: Aleksandar N. Nikolić, Pasi Poljana, Osme srpske brigade br. 6, 18000 Niš, Srbija, Telephone: 065/ 277-88-47, E-mail: draleksandarnikolic@hotmail.com

gom NMB uz primenu akceleromiografa, koristeći metod postetaničkog broja u poređenju sa monitoringom koji se zasniva na subjektivnoj proceni od strane anesteziologa i hirurga. Najveći broj izuzetnih hirurških uslova je bio prisutan u ESM_{ptc} grupi, za razliku od loših hirurških uslova koji su bili zastupljeni isključivo u ESM_{kon} grupi.

Ključne reči: monitoring; akceleromiografija; neuromuskularni blok; hirurški uslovi

Uvod

Desetine miliona ljudi širom sveta svakodnevno se operiše u uslovima opšte anestezije. Za postizanje amnezije, hipnoze, analgezije, hemodinamske stabilnosti i nepokretljivosti pacijenta tokom hirurške intervencije, danas su u upotrebi različita farmakološka sredstva¹. Duboka anestezija obezbeđuje sve ove uslove^{2,3}, ali je za postizanje adekvatne imobilnosti sa manjom dozom anestetika potrebno koristiti mišićne relaksante. Ovi lekovi blokiraju transmisiju nervnog impulsa sa nervnog na mišićno vlakno. Više od 400 miliona ljudi širom sveta dobije mišićne relaksante godišnje, bilo u operacionoj sali za postizanje adekvatnih uslova za hirurški rad, bilo u jedinicama intenzivnog lečenja za omogućavanje mehaničke ventilacije pacijenata⁴. Mišićni relaksanti se, takođe, koriste pre laringoskopija i endotrahealne intubacije, kako bi se obezbedili što bolji uslovi za ovu proceduru i smanjila mogućnost nastanka komplikacija⁵.

Ponavljana upotreba mišićnih relaksanata za vreme operacije, naročito u velikim dozama, može biti povezana sa različitim neželjenim efektima i može predstavljati veliki problem anesteziologu⁶. Subjektivna procena neuromišićnog bloka fokusirana na nekim kliničkim znacima, kao što su vizuelna i taktilna procena, može biti veoma teška i sprovedena samo nad budnim pacijentima. Zbog ovih razloga se pre 50-ak godina počelo sa upotrebom perifernog nervnog stimulatora, koji predstavlja jednu vrstu objektivnog monitoringa neuromišićnog bloka. Međutim, prema današnjim podacima, veoma mali broj anesteziologa koristi ovaj aparat u svakodnevnom kliničkom radu. Zbog više nego očiglednih razloga, čini se da upotreba objektivnog monitoringa neuromuskularnog bloka (NMB) treba da postane sastavni deo anesteziološke opreme⁵. Idealni PNS mora da poseduje mogućnosti za isporučivanje različitih modova stimulacije, kao što su: pojedinačna stimulacija (ST) – niz od če-

monitoring by using PTC mode based acceleromyograph in comparison with anaesthesiologist's and surgeon's subjective estimation based monitoring. The greatest number of exceptional surgical conditions was available in ESM_{ptc} group, unlike bad surgical conditions which were based in ESM_{kon} group exclusively.

Key words: monitoring; acceleromyography; neuromuscular block; surgical conditions;

tiri uzastopnih draži (TOF), tetanička stimulacija i određivanje posttetaničkog broja (PTC) i dupla rafalna paljba (DBS). Upotreba perifernog nervnog stimulatora je jako bitna na početku i na kraju operacije, radi olakšanja laringoskopije i intubacije i procene adekvatnog vremena za reverziju neuromišićnog bloka. Međutim, ne manje značajna je i njegova primena tokom same hirurške intervencije, kako za olakšanje mehaničke ventilacije pacijenta, tako i za smanjenje potrošnje drugih vrsta lekova i obezbeđenje adekvatnih hirurških uslova za rad.

Ovaj vid monitoringa nalazi naročitu upotrebu za postizanje duboke mišićne relaksacije i to onda kada ne postoji ni jedan odgovor na TOF stimulacioni mod. Osnova ovog moda leži u tome da produžena visokofrekventna stimulacija u trajanju od nekoliko sekundi može da pojača neuromišićnu transmisiju i nakon prekida stimulacije. Ovaj fenomen se naziva *posttetanična facilitacija*. Ovaj mod stimulacije može da se koristi kako za predviđanje pojave prvog odgovora na TOF, tako i za određivanje doze lekova koji se koriste u reverziji neuromišićnog bloka^{7,8}. Primarna uloga intraoperativnog monitoringa neuromišićnog bloka je obezbeđivanje adekvatnih hirurških uslova. Adekvatna dubina bloka je jako varijabilna i zavisi od mnogih faktora, kao što su vrsta i stadijum operativnog zahvata, individualne osobine pacijenta i hirurga, kao i vrsta anestezije. Blok ne treba da bude dublji nego što je potrebno, naročito za operacije u donjem delu stomaka⁶. Stoga se upotreba perifernog nervnog stimulatora čini više nego opravdana, onda kada je potrebna mišićna relaksacija i kada se upotrebljavaju mišićni relaksanti.

Cilj rada

Cilj istraživanja je bio da se utvrdi da li se primenom akceleromiografije, koristeći metodu posttetaničkog broja (PTC) za monitoring NMB, stva-

raju bolji uslovi za hirurški rad u odnosu na subjektivni, klinički monitoring NMB.

Materijal i metode

Ova randomizirana klinička studija uključivala je 40 pacijenata, operisanih na Klinici za opštu hirurgiju Kliničkog centra u Nišu. Prethodno su pacijenti kompjuterskom metodom randomizirani u dve grupe od po 20 pacijenata ($n = 20$). Kod pacijenata prve grupe u svim fazama anestezijskog toka primenjivan je subjektivni, klinički monitoring NMB. Ova grupa je, s obzirom na to da je taj način monitoringa NMB široko prihvaćen u svakodnevnoj kliničkoj praksi, predstavljala i kontrolnu grupu (ESM_{kon} , $n = 20$), dok je kod pacijenta u drugoj grupi korišćen akceleromiografski monitoring baziran na različitim stimulacionim modovima u različitim fazama NMB (ESM_{ptc} , $n = 20$).

U studiju su bili uključeni pacijenti podvrgnuti elektivnom hirurškom tretmanu: hroničnog kalkuloznog holecistita, kilom prednjeg trbušnog zida i apendicita. Razlog ovakvog odabira hirurške tehnike leži u tome što ovi hirurški zahvati zahtevaju inciziju prednjeg trbušnog zida, te je kod njih bilo lakše poređenje uticaja relaksacije muskulature na kvalitet operativnih uslova.

Kod svih njih je prethodnim kliničkim, biohemijskim i radiološkim ispitivanjima zaključeno da se nalaze u dobrom opštem stanju, odnosno da priroda njihove bolesti ne može bitnije uticati na objektivnost dobijenih rezultata (status ASA I i ASA II). Kriterijumi za uključivanje pacijenata u studiju bazirani su na preporukama "Vodiča dobre kliničke prakse u farmakodinamskim istraživanjima mišićnih relaksanata – GCRP", donetih na drugoj konsenzus konferenciji u Stokholmu, 2005 godine⁹. Ti kriterijumi su bili sledeći: uzrast (pacijenti stariji od 18 god. i mlađi od 65 godina); pol (podjednaka distribucija po polu); težina (računata prema BMI (body mass index), između 18,5 i 24,9); klinički status (ASA I i ASA II). Kriterijumi po kojima su pacijenti bili isključeni iz studije bili su: koegzistirajuće prisustvo manifestnog ili latentnog neuromišićnog oboljenja; koegzistirajuće prisustvo maligne bolesti; hepatična ili renalna insuficijencija bilo kog stepena; uporedno uzimanje: preparata Ca^{2+} , Mg^{2+} , aminoglikozidnih antibiotika, kortikosteroida.

Anestezijski protokol pacijenata uključenih u studiju bio je standardizovan i uniforman, takođe, prema preporukama GCRP. Trideset minuta pre ulaska u operacionu salu, svi pacijenti su za premedikaciju dobijali anksiolitik benzodiazepinske grupe – midazolam i.m. u dozi od 0,1 mg/kg.

Nakon indukcije započinjalo se sa monitoringom NMB. Neposredno nakon kalibracije aparata za NMB monitoring i podešavanja supramaksimalnog stimulusa, svim pacijentima je ordiniram nedepolarizirajući mišićni relaksant rokuronijum-bromid u intubacionoj dozi od 0,6 mg/kg, i.v. bolusom, tokom 5 sekundi, sa ciljem da olakša endotrahealnu intubaciju i omogući hiruršku relaksaciju.

Anestezija je kod svih pacijenata održavana totalnom intravenskom anestezijom propofol-remifentanil. Intravenska infuzija propofola modelirana je prema TCI (*target controlled infusion*) režimu, sa aproksimacijom ciljnih vrednosti propofola u plazmi od 4 µg/ml. Doze remifentanila kretale su se u opsegu od 0,1 µg/kg/min do 0,3 µg/kg/min u zavisnosti od hemodinamskog odgovora na hiruršku stimulaciju. Pacijenti su mehanički ventilirani intermitentnim pozitivnim pritiskom, smešom 50% azot-oksidula u kiseoniku, s ciljem održavanja normokapnije. U slučajevima laparaskopskih procedura, umesto azot-oksidula je korišćen vazduh, što prema današnjim stavovima i preporukama GCRP ne može bitnije uticati na rezultate istraživanja. Zbog poznatog potencirajućeg efekta na trajanje NMB, u istraživanju nisu korišćeni volatilni anestetici, kao ni medikamenti koji pokazuju određeni uticaj na trajanje NMB (kortikosteroidi, aminoglikozidi, preparati Mg^{++} i Ca^{++} , antagonisti Ca kanala).

Hirurška relaksacija održavana je intermitentnim dodavanjem rokuronijum-bromida u dozi od 0,15 mg/kg. Vreme dodavanja dodatne doze relaksanta zavisilo je od vrste korišćenog monitoringa NMB.

Za reverziju neuromuskularnog bloka korišćen je neostigmin, reverzibilni inhibitor acetilholinesteraze u dozi od 0,05 mg/kg. Sa ciljem da antagonizuje neželjene muskarinske efekte neostigmina, na 30 s pre neostigmina, ordiniram je antiholinergik atropin-sulfat u dozi od 0,015 mg/kg.

Tokom istraživanja, kod pacijenta svih ispitivanih grupa sproveden je objektivni monitoring stepena neuromuskularnog bloka korišćenjem akce-

leromiografske tehnike i to stimulisanjem n. ulnaris i merenjem odgovora m. adductor pollicis. U te svrhe korišćen je najsavremeniji periferni nervni stimulator – akceleromigraf TOF Watch[®] S (Organon Tehnika LTD, Dublin, Ireland). Ovaj aparat se zbog svoje portabilnosti preporučuje kao idealni PNS. TOF Watch[®] S je podesan za kontinuirano, ali i intermitentno praćenje neuromuskularnog bloka. Osposobljen je za isporučivanje kompletnog spektra stimulacionih modova, uključujući: pojedinačnu supramaksimalnu stimulaciju (ST), TOF, tetaničku stimulaciju (TET), PTC i duplu rafalnu paljbu (DBS). Konstantni strujni impuls omogućava uporedivu stimulaciju, bez obzira na otpor kože, dok jednostavna i precizna kalibracija omogućava beleženje komparabilnog kontrolnog odgovora.

Za precizno i uniformno praćenje stanja NMB, tokom istraživanja je sprovedena procedura prema preporukama GCRP⁹, koja je podrazumevala: pripremu kože i poziciju stimulacionih elektroda; pozicioniranje transdjusera; fabrička podešavanja aparata; kalibraciju aparata, uspostavljanje supramaksimalnog stimulusa i stabilizaciju odgovora.

Ispitivanje uticaja tehnike monitoringa NMB na kvalitet hirurških uslova baziralo se na subjektivnoj proceni hirurškog tima o stepenu relaksacije muskulature prednjeg trbušnog zida. U trenutku dodavanja dodatne doze relaksanta, hirurški tim procenjivao je kvalitet uslova za hirurški rad baziran na stepenu relaksacije hirurškog polja. Uslovi su kvalitativno gradirani kao: izuzetni, zadovoljavajući i otežani (Tabela 1) i međusobno su upoređivani između ispitivanih grupa.

Tabela 1: Parametri subjektivne procene kvaliteta hirurških uslova

Hirurški uslovi	Klinički prihvatljivi		Klinički neprihvatljivi
	Izuzetni	Zadovoljavajući	Otežani
Subjektivna procena	Nema zatezanja abdominalne muskulature, hirurška eksploracija neometana	Postoji blaga tenzija abdominalnog zida, ali bez uticaja na hirurški rad	Hirurška relaksacija neodgovarajuća, operativni uslovi znatno otežani

Statistička obrada podrazumevala je primenu softvera *Jandel SigmaStat version 2*. Za poređenje dobijenih podataka po grupama korišćen je *Fisher exact test*. Vrednosti $p < 0,05$ uzimane su kao granica statističke značajnosti.

Rezultati

U trenutku dodavanja prve dodatne doze relaksanta, hirurški tim subjektivno je procenjivao kvalitet hirurških uslova na osnovu unapred određenih kriterijuma za svakog pojedinačnog ispitanika. Od ukupnog broja ispitanika, kod njih 8 (20%) hirurški uslovi u trenutku dodavanja relaksanta ocenjeni su kao klinički neprihvatljivi (Grafikon 1).

Grafikon 1: Udeo klinički neprihvatljivih hirurških uslova u ukupnom broju ispitanika

- Klinički prihvatljivi hirurški uslovi
- Klinički neprihvatljivi hirurški uslovi

Od ukupno 8 pacijenata, kod kojih su hirurški uslovi u trenutku dodavanja dodatne doze relaksanta ocenjeni kao neprihvatljivi, svih 8 (100%) bilo je iz ESM_{kon} grupe, a nijedan u ESM_{ptc} grupi. Da bi se ispitala statistička značajnost među grupama, primenjen je Fišerov egzaktni test. On je

pokazao značajan uticaj ispitivanih grupa na kvalitet hirurških uslova ($p < 0,01$).

Broj hirurških uslova ocenjenih kao loši u ESM_{kon} bilo je 8 od 20, za razliku od ESM_{ptc} grupe u kojoj loših uslova nije bilo, dok je izuzetnih bilo 17 od 20. Da bi se ispitala statistička značajnost među grupama primenjen je Fišerov egzaktni test. On

je pokazao značajan uticaj ispitivane grupe na kvalitet uslova za izvođenje operacije ($p < 0,01$).

bloka upotrebom perifernog nervnog stimulatora sa različitim modovima stimulacije. Neki od njih su

Tabela 2: Povezanost ispitivanih grupa sa kvalitetom hirurških uslova

GRUPA Ω	Hirurški uslovi		Ukupno
	neprihvatljivi	prihvatljivi*	
ESM _{kon}	8	12	20
ESM _{ptc}	0	20	20
Ukupno	8	32	40

*Statistička značajnost ispitivanih grupa prema hirurškim uslovima, Fisher exact test ($p < 0,01$)

Tabela 3: Povezanost ispitivanih grupa sa kvalitetom hirurških uslova dodatno definisanih

GRUPA Ω	Hirurški uslovi			Ukupno
	izuzetni	dobri*	loši*	
ESM _{kon}	2	10	8	20
ESM _{ptc}	17	3	0	20
Ukupno	19	13	8	40

Statistička značajnost ispitivanih grupa prema hirurškim uslovima, Fisher exact test ($p < 0,001$)

* u poređenju sa izuzetnim hirurškim uslovima, srazmera opservacija u različitim kategorijama, koja definiše tabelu nepredviđenih situacija, značajno je drugačija nego što je očekivano od nasumičnih događaja ($P < 0,001$).

* poređenje dobrih i loših uslova, srazmera opservacija u različitim kategorijama, koja definiše tabelu nepredviđenih situacija, značajno je drugačija nego što je očekivano od nasumičnih događaja ($P = 0,257$)

Diskusija

Pronalaskom kurare mišićni relaksanti polako ulaze u svakodnevnu upotrebu u operacionim salama, onda kada je potrebno obezbediti imobilizaciju pacijenata i omogućiti adekvatan hirurški rad. Sukcinilholin, jedini depolarizujući i do sada najčešće primenjivani mišićni relaksant, polako biva istisnut iz upotrebe i zamenjen novijim, nedepolarizujućim, kratkodelujućim relaksantima, koji obezbeđuju brzi nastup dejstva i brzi povratak motorne snage pacijenta nakon operacije.

Kako upotreba mišićnih relaksanata može biti praćena različitim neželjenim efektima, rezidualnom paralizom i neočekivanom postoperativnom intubacijom, anesteziolozi koriste dva načina za kontrolu ovih neželjenih efekata. Jedan od njih je upotreba objektivnog monitoringa neuromišićnog bloka tokom operacije, kako bi se stekao uvid u dubinu mišićne relaksacije, a drugi je upotreba antiholinesteraznih lekova za postizanje reverzije neuromišićnog bloka.

Noviji, kratkodelujući nedepolarizujući relaksanti pružaju mogućnost praćenja stepena neuromišićnog

posttetanička kontrakcija i određivanje posttetaničkog broja i niz od četiri uzastopnih draži. Pokazano je da postoji jasna povezanost između posttetaničkog broja i prvog odgovora na TOF, tokom oporavka od intenzivnog neuromišićnog bloka izazvanog nedepolarizujućim mišićnim relaksantima.⁷

Rokuronijum je noviji, steroidni, nedepolarizujući mišićni relaksant, čijom se primenom adekvatni intubacioni uslovi stižu za 45–60 sekundi, ukoliko se primenjuje u dozi 0,6–0,9 mg/kg.¹⁰

Za vreme intenzivnog NMB, kontrolisanog metodom posttetaničkog broja (PTC), pokretljivost glasnica i dijafragme često može biti prvi znak oporavka od NMB, dok se porast pritiska u disajnim putevima javlja kasnije. Sa druge strane, studija Puura i saradnika¹¹ je pokazala suprotno, prvo je zabeležen porast pritiska u disajnim putevima, pre bilo koje vidljive mišićne aktivnosti. Stoga pored upotrebe PTC, dodatne informacije o stepenu oporavka od NMB kliničari mogu dobiti posmatranjem i registrovanjem minimalnih pokreta laringealnih mišića i abdominalne muskulature.

Aktivacija određenih grupa mišića, uključujući i dijafragmu, može značajno da kompromituje hi-

hirurški rad i tok hirurške intervencije¹². Smatra se da blok nastaje brže u mišićima larinksa u odnosu na *m. adductor pollicis*¹³, dok dijafragma pokazuje određeni stepen rezistentnosti zahtevajući 1,8 puta veću koncentraciju relaksanta za postizanje adekvatne relaksacije¹⁴. Kako je dijafragma relativno rezistentna na mišićne relaksante, možda je to objašnjenje zašto se prvo registruje vidljiva mišićna aktivnost samo u predelu abdomena. Sa druge strane, studija D'Honneur i saradnika⁽¹⁵⁾ nije našla statistički značajnu razliku u početku delovanja i dužini trajanja NMB u predelu glasnica i dijafragme.

Praćenje PTC ili TOF moda stimulacije se značajno razlikuje, tako da ukoliko je $PTC = 1$ to ukazuje tek na početak oporavka funkcije dijafragme, dok se pojava jednog ili dva odgovora na TOF stimulacioni metod poklapa sa značajnijim stepenom oporavka istoimenog mišića. Stoga je ovaj vid monitoringa naročito pogodan za obezbeđenje i praćenje duboke mišićne relaksacije koja je potrebna kod abdominalnih operacija.¹⁰

Studija Puura i saradnika¹¹ je pokazala da aktivnost dijafragme može biti prisutna i kada je $PTC = 0$. Međutim, sve dok je $PTC < 5$ hirurški rad neće biti narušen u većoj meri. Upravo je $PTC = 7-8$ granična vrednost kada treba da se ponovi doza mišićnog relaksanta, što se poklapalo i sa našom studijom, kako bi se obezbedio duboki blok i optimalni hirurški uslovi. Kako su abdominalni mišići osetljiviji od dijafragme, praćenje PTC-a i održavanje ovog broja na vrednosti manjoj od 5 može sprečiti štucanje, žvakanje i kašljanje za vreme operacije i pored toga što ne postoji ni jedan odgovor na TOF stimualcioni mod, niti vizuelno vraćanje motorne snage pacijenta^{16,17}.

Duboki blok, koji podrazumeva $PTC < 2$, omogućava bolji hirurški rad kod laparaskopskih procedura, jer omogućava insuflaciju veće količine gasa, uz postizanje manjeg pritiska. Operacije sa manjim intraabdominalnim pritiskom imaju svoje prednosti, kao što su manja incidenca postoperativnog bola u ramenu i bola uopšte, kao i bolja hemodinamska stabilnost i plućna funkcija nakon operacije^{18,19}. Sa druge strane, insuflacija veće količine gasa može uzrokovati pojačanu ekspanziju trbušne šupljine, praćene visceralnim bolom i hemodinamskom nestabilnošću pacijenata. Studija Koo i saradnika²⁰ je dokazala da je postoperativni bol u ramenu, koji je inače karakterističan za laparaskopske procedure, prilikom kojih se insufflira veća ko-

ličina gasa, ali uz manji intraabdominalni pritisak, manja kada je neuromišićni blok intenzivniji.

Pored uticaja manjeg intraabdominalnog pritiska, još jedno od mogućih objašnjenja ove pojave leži u tome da se produbljivanjem bloka obezbeđuju povoljniji uslovi za hirurški rad i smanjuje mogućnost za povrede mekotkivnih struktura tokom operacije.

U našem istraživanju, određivan je kvalitet obezbeđivanja hirurških uslova rada u svetlu subjektivne procene nasuprot PTC tehnike monitoringa NMB. Upoređivanjem dveju ispitivanih grupa našli smo da su hirurški uslovi označeni kao dobri i izuzetni bili prisutniji u ESM_{ptc} grupi ($p < 0,05$), što objašnjava da je kvalitet hirurških uslova direktno proporcionalan stepenu hirurške relaksacije koji smo akceleromiografom, uz upotrebu PTC moda, kontinuirano merili. Takođe, istraživanjem smo dobili da su se svi pacijent kod kojih su hirurški uslovi okarakterisani kao klinički neprihvatljivi nalazili u ESM_{kon} grupi (8 od 8).

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da se stepen hirurške relaksacije u abdominalnoj hirurgiji, bolje obezbeđuje monitoringom NMB uz primenu perifernog nervnog stimulatora i korišćenje metode posttetaničkog broja (PTC) u poređenju sa monitoringom koji se zasniva na subjektivnoj proceni od strane anesteziologa i hirurga. Najveći broj izuzetnih hirurških uslova u našoj studiji je bio prisutan u ESM_{ptc} grupi, za razliku od loših hirurških uslova koji su bili zastupljeni isključivo u ESM_{kon} grupi.

Nedvosmisleno je dokazano da je upotreba akceleromiografa preko potrebna onda kada je potrebno obezbediti dublji stepen mišićne relaksacije i bolju vizuelizaciju operativnog polja hirurškom timu, međutim dostupni podaci ukazuju da veoma mali broj anesteziologa upotrebljava ovu vrstu objektivnog monitoringa NMB, koja se postavila kao zlatni standard u vođenju bezbedne anestezije i smanjenju perioperativnog morbiditeta i mortaliteta.

Literatura

1. Evers AS, Crowder CM. Cellular and molecular mechanisms of anesthesia. Clinical Anesthesia. 5 ed. Lippincott Williams and Wilkins, 2005:111-32.

2. Williams MT, Rice I, Ewen SP, Elliott SM. A comparison of the effect of two anaesthetic techniques on surgical conditions during gynaecological laparoscopy. *Anaesthesia* 2003; 58:574–8.
3. Alfille PH, Merritt C, Chamberlin NL, Eikermann M. Control of perioperative muscle strength during ambulatory surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009; 22:730–7.
4. Papazian L, Forel JM, Gacouin A, Penot-Ragon C, Perrin G, Loundou A, et al. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2010; 363:1107–16.
5. Martina Grosse-Sundrup, Justin P Henneman, Warren S Sandberg, et al. Intermediate acting non-depolarizing neuromuscular blocking agents and risk of postoperative respiratory complications *BMJ* 2012; 345:e6329.
6. Stephan R. Thilen, Sanjay M. Bhananker. Qualitative Neuromuscular Monitoring: How to Optimize the Use of a Peripheral Nerve Stimulator to Reduce the Risk of Residual Neuromuscular Blockade. *Curr Anesthesiol Rep*. 2016; 6:164–169.
7. Viby-Mogensen J, Howardy-Hansen P, Chraemmer-Jorgensen B, Ording H, Engbaek J, Nielsen A. Posttetananic count (PTC): a new method of evaluating an intense non-depolarizing neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 1981; 55:458–61.
8. Muchhal KK, Viby-Mogensen J, Fernando PU, Tamilarasan A, Bonsu AK, Lambourne A. Evaluation of intense neuromuscular blockade caused by vecuronium using post-tetananic count (PTC). *Anesthesiology* 1987; 66:846–9.
9. Fush-Buder T, Claudius C, Skogvaard T, Eriksson LI, Mirakhur RK, Viby-Mogensen J. Good clinical research practice in pharmacodynamic studies of neuromuscular blocking agents II: the Stockholm revision. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007; 51:789–808.
10. Magorian T, Flannery KB, Miller RD: Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia in adult patients. *Anesthesiology* 1993; 79:913–8.
11. Puura AI, Rorarius MG, Laippala P, Baer GA. Does monitoring of posttetanic count prevent alarms of airway pressure or visible muscle activity during intratracheal jet ventilation? A prospective study with five different neuromuscular blocking agents. *J Clin Monit Comput* 2000; 16:523–8.
12. Dhonneur G, Kirov K, Motamed C, et al. Post-tetanic count at adductor pollicis is a better indicator of early diaphragmatic recovery than train-of-four count at corrugator supercilii. *British Journal of Anaesthesia* 99(3):376–9 (2007).
13. Fernando PU, Viby-Morgensen J, Bonsu AK, Tamilarasan A, Muchhal KK, Lambourne A. Relationship between posttetanic count and response to carinal stimulation during vecuronium-induced neuromuscular blockade. *Acta Anaesthesiol Scand* 1987; 31:593–6.
14. Smith CE, Donati F, Bevan DR. Potency of succinylcholine at the diaphragm and at the adductor pollicis muscle. *Anesth Analg* 1988; 67(7):625–630.
15. D'Honneur G, Kirov K, Slavov V, Duvaldestin P. Effects of an intubation dose of succinylcholine and rocuronium on the larynx and diaphragm: An electromyographic study in humans. *Anesthesiology* 1990; 90:951–955.
16. Kirov K, Motamed C, Dhonneur G. Differential sensitivity of abdominal muscles and the diaphragm to mivacurium: an electromyographic study. *Anesthesiology* 2001; 95:1323–8.
17. Kirov K, Motamed C, Combes X, Duvaldestin P, Dhonneur G. Sensitivity to atracurium in the lateral abdominal muscles. *Ann Fr Anesth Reanim* 2000; 19:734–8.
18. Wallace DH, Serpell MG, Baxter JN et al (1997) Randomized trial of different insufflation pressures for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 84:455–458 5.
19. Gurusamy KS, Samraj K, Davidson BR (2009) Low pressure versus standard pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy. *Cochrane Database Syst Rev* 2
20. Koo BW, Oh AJ, Seo KS, Han J, Han HS, Yoon YS. Randomized Clinical Trial of Moderate Versus Deep Neuromuscular Block for Low-Pressure Pneumoperitoneum During Laparoscopic Cholecystectomy. *World J Surg* 2016.