Cveto Marsič, *Nido en petola*, 2010, Öl auf Papier, 108 x 159 cm, Artist's collection

Management der neuromuskulären Blockade und Patient Outcome

Ein Literaturreview über die neuesten Erkenntnisse und die aktuelle evidenzbasierte Datenlage zur neuromuskulären Blockade, Antagonisierung und Relaxierung.

Muskelrelaxanzien wurden von dem Anästhesisten Harold R. Griffith und der Anästhesistin Enid Johnson MacLeod in den 1940er Jahren in Montreal/Kanada in die klinische Anästhesie eingeführt.[1] Dies trug in der Folge maßgeblich zur Entwicklung der modernen Chirurgie, insbesondere der Thorax- und Abdominalchirurgie sowie der Chirurgie bei Neugeborenen, bei. Nach einer Veröffentlichung von Henry K. Beecher und Donald P. Todd im Jahr 1954 verflog die anfängliche Euphorie jedoch wieder sehr schnell. Verglichen mit der damals üblichen Äther-Monoanästhesie wiesen die beiden US-Chirurgen eine 35-fach (!) erhöhte Mortalität nach Anästhesie mit

Privat

Von
Univ.-Prof. Dr. Thomas Fuchs-Buder
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Universitätsklinik Nancy, Frankreich

Muskelrelaxanzien nach.[2] Mangelnde Kenntnisse über die neuromuskuläre Restblockade waren die häufigste Ursache dafür. In der Folge wurden geeignete Geräte zur Überwachung der neuromuskulären Blockade entwickelt sowie die Antagonisation als wichtiger Bestandteil des neuromuskulären Managements postuliert.[3, 4]. Inzwischen sind Muskelrelaxanzien ein unverzichtbarer Teil des modernen Atemwegsmanagements geworden, ferner kommt ihnen wesentliche Bedeutung bei der Optimierung der Operationsbedingungen und Verbesserung der Patient*innensicherheit zu, insbesondere bei minimal-invasiven bzw. laparoskopischen Eingriffen. Auf beide Punkte wird im Folgenden detaillierter eingegangen.

MUSKELRELAXANZIEN UND ATEMWEGSMANAGEMENT

Der einfachste Weg, um Restblockaden zuverlässig zu vermeiden (und dabei sogar noch Kosten zu sparen), wäre es,

auf den Einsatz von Muskelrelaxanzien zur Intubation gänzlich zu verzichten. Bei genauerer Betrachtung wird man diese Strategie jedoch schnell wieder verwerfen müssen, da die Nutzen-Risiko-Analyse eindeutig für die Verwendung von Muskelrelaxanzien zur Intubation spricht. So konnten Mencke et al. schon vor Jahren nachweisen, dass bei Muskelrelaxanzien-freier Anästhesie-Einleitung schlechtere Intubationsbedingungen zu beobachten sind und es in der Folge zu gehäuftem Auftreten von postoperativer Heiserkeit und Stimmbandschäden kommt. Die NNH („number needed to harm"), das bedeutet in diesem Zusammenhang die Anzahl von Patient*innen, die Muskelrelaxanzien-frei intubiert werden müssen, damit einer von ihnen deshalb einen Stimmbandschaden aufweist, betrug 3. Ähnlich hoch war die NNH auch für postoperative Heiserkeit.[5] Dieser Zusammenhang zwischen der Qualität der Intubation, der Verwendung von Muskelrelaxanzien und einer postoperativen Heiserkeit bzw. Stimmbandschäden konnte in der Folge wiederholt bestätig werden.[6]

Ein weiteres gewichtiges Argument für die routinemäßige Verwendung von Muskelrelaxanzien zur Intubation kommt von einer dänischen Arbeitsgruppe, die an einer Kohorte von über 100.000 Patient*innen nachgewiesen hat, dass der Verzicht auf Muskelrelaxanzien ein unabhängiger Risikofaktor für schwierige Intubationsverhältnisse ist.[7] Mit anderen Worten, es trifft nicht nur zu, dass Muskelrelaxanzien die Intubation erleichtern, sondern der Umkehrschluss gilt ebenfalls, nämlich dass der Verzicht auf Muskelrelaxanzien die endotracheale Intubation erschwert.

Darüber hinaus konnten Soltesz et al. kürzlich nachweisen, dass die Verwendung von Muskelrelaxanzien zur Einleitung die Effizienz der Maskenbeatmung deutlich verbessert und zu einer signifikanten und klinisch relevanten Zunahme des verabreichten Volumens führt.[8] Bereits 30 Sekunden nach einer Rocuronium-Injektion nahm das mit Maskenbeatmung applizierte Volumen um 48 Prozent zu; bei vollem Wirkungseintritt des Muskelrelaxans betrug die Zunahme gar 70 Prozent. Interessanterweise war dieser Effekt bei

Cveto Marsič, *Criva*, Öl auf Leinwand, 145 x 130 cm. (Ausschnitt)

Patient*innen mit erschwerter Maskenbeatmung besonders ausgeprägt. Min et al konnten dies kürzlich bestätigen.[9] Vor diesem Hintergrund wird inzwischen insbesondere bei Patient*innen mit vorhersehbar schwieriger Maskenbeatmung und eingeschränkter Apnoe-Toleranz eine frühzeitige Relaxation empfohlen.[10]

MUSKELRELAXANZIEN UND OPERATIONSBEDINGUNGEN

Muskelrelaxanzien ermöglichen es, intraoperativ gezielt unwillkürliche Patient*innenbewegungen zu unterbinden. Dies verbessert die Operationsbedingungen und trägt insbesondere bei laparoskopischen Eingriffen zu einer erhöhten Patient*innensicherheit bei. Blobner et al. berichten in diesem Zusammenhang von unwillkürlichen Patient*innenbewegungen und inadäquaten chirurgischen Sichtverhältnissen bei 11 von 25 Patient*innen, die sich einer laparoskopischen Cholezystektomie ohne Relaxierung unterzogen. Bei einer Person kam es dabei durch den Chirurgen zu einer versehentlichen Perforation der Leberkapsel mit dem Trokar.[11] Es sind besonders unwillkürliche Bewegungen des Zwerchfells, von denen bei laparoskopischen Oberbaucheingriffen Verletzungsgefahr ausgeht. Das Zwerchfell ist jedoch deutlich resistenter gegenüber der Wirkung nicht-depolarisierender Muskelrelaxanzien als die zum neuromuskulären Monitoring herangezogene Handmuskulatur (M. adductor pollicis).[12] Erst bei einer tiefen neuromuskulären Blockade, entsprechend einem am M. adductor pollicis gemessenen Post-Tetanic Count (PTC) ≤3, können Zwerchfellbewegungen weitestgehend unterbunden werden.[13] In der Gruppe, die für den Eingriff entsprechend relaxiert wurde, kam es lediglich bei einem/einer von 25 Patient*innen zu unwillkürlichen Bewegungen, ohne dass es dabei jedoch zu Verletzungen kam.[11]

Seit einigen Jahren wird der Zusammenhang zwischen Tiefe der neuromuskulären Blockade und chirurgischen Sichtverhältnissen bzw. Outcome der Patient*innen untersucht. Auslöser waren zwei Publikationen aus dem Jahre 2014. In der ersten Publikation wurden die Operationsbedingungen von Patient*innen untersucht, die sich einem laparoskopischen Eingriff in der Abdominalchirurgie unterzogen. Dabei wurden mithilfe der Leiden-Surgical Rating Scale (L-SRS) die chirurgischen Sichtverhältnisse unter tiefer neuromuskulärer Blockade, hier definiert als PTC 1-2, und unter moderater neuromuskulärer Blockade, hier definiert als Train-Of-Four (TOF) Count 1-2, verglichen.[14] Operationsbedingungen und chirurgische Sichtverhältnisse waren statistisch signifikant besser im Patient*innenkollektiv mit tiefer Blockade. Auch in der zweiten Arbeit wurde der Zusammenhang von neuromuskulärer Blockade und Operationsbedingungen bei laparoskopischen Eingriffen untersucht.[15] Hier konnte gezeigt werden, dass der intraabdominale Insufflationsdruck unter tiefer neuromuskulärer Blockade reduziert werden konnte, ohne dass sich dadurch die chirurgischen Bedingungen verschlechterten. Dieser Zusammenhang zwischen tiefer Blockade (typischerweise PTC ≤3) und Reduktion des intraabdominalen Insufflationsdruckes sowie die daraus resultierende Reduktion der postoperativen Schmerzen nach laparoskopischen Eingriffen wurde in der Folge mehrfach bestätigt, stellvertretend sei an dieser Stelle die Meta-Analyse von Bruintjes et al. aus dem Jahr 2017 im British Journal of Anaesthesia erwähnt.[16] Darüber hinaus gibt es erste Hinweise darauf, dass bessere Operationsbedingungen durch eine entsprechend tiefe neuromuskuläre Blockade mit einem

verbesserten chirurgischen Outcome einhergehen.[17, 18] Mit anderen Worten: Das neuromuskuläre Management hat möglicherweise unmittelbaren Einfluss auf das chirurgische Ergebnis.

Neben eine Reduktion postoperativer Schmerzen führt die Reduktion des intraabdominalen Insufflationsdruckes auch zu einer Verminderung der hämodynamischen Konsequenzen des Pneumoperitoneums, was insbesondere bei kardialen Risikopatient*innen relevant sein kann. Interessanterweise konnte in diesem Zusammenhang jüngst gezeigt werden, dass die Perfusion der peritonealen Gefäße mit zunehmendem intraabdominalem Druck abnimmt.[19] Dieses Phänomen war bereits bei klinisch relevanten Insufflationsdrücken zwischen 8 und 15 mmHg zu beobachten.

VERMEIDUNGSSTRATEGIEN FÜR NEUROMUSKULÄRE RESTBLOCKADEN

Dem unbestrittenen Nutzen von Muskelrelaxanzien steht jedoch das Risiko der unvollständigen neuromuskulären Erholung zum Zeitpunkt der Narkoseausleitung gegenüber. So können selbst geringgradige Restblockaden entsprechend einer TOF-Ratio von 0,7–0,9 zu einer inspiratorischen Obstruktion des oberen Atemweges, zu Störungen der pharyngealen Funktion – einhergehend mit Schluckstörungen – sowie zu einer Beeinträchtigung der hypoxischen Atemantwort führen.[20–22]

Die Vermeidung von Restblockaden ist deshalb eine Grundvoraussetzung für den sicheren Einsatz von Muskelrelaxanzien. Dem neuromuskulären Management, basierend auf Relaxometrie und Reversierung/Antagonisierung, kommt in diesem Zusammenhang wesentliche Bedeutung zu, da lediglich durch ein neuromuskuläres Monitoring und gegebenenfalls Antagonisierung ein Relaxansüberhang rechtzeitig erkannt und behoben werden kann. Dies konnten Baillard et al. eindrucksvoll nachweisen: Sie rüsteten jeden Anästhesiearbeitsplatz mit entsprechenden Nervenstimulatoren aus, förderten deren Einsatz sowie, falls indiziert, auch die pharmakologische Antagonisierung. Die Inzidenz von Restblockaden definiert als TOF-Ratio ≤ 0,9, konnte durch diese einfache Maßnahme von über 60 auf 3 Prozent reduziert werden.[23]

Vergleichbares wurde von Todd et al. berichtet: Durch die Implementierung eines neuromuskulären Monitorings und intensiver Weiterbildung der Mitarbeiter*innen konnte die Akzeptanz der Relaxometrie und des neuromuskulären Managements signifikant verbessert werden.[24] Die Häufigkeit geringgradiger Restblockaden konnte reduziert werden (TOF-Ratio < 0,9 von 35 % auf 15 %, TOF-Ratio < 0,8 von 15 % auf 5 %). Ausgeprägte Restblockaden (TOF-Ratio <0,7) und daraus resultierende mögliche Atemwegskomplikationen konnten ganz eliminiert werden.

Umso überraschender ist es, dass die Anwendung sowohl der Relaxometrie als auch der Reversierung/Antagonisierung im klinischen Alltag immer noch hinter den Erwartungen zurückbleibt. So wird der Nutzen von Relaxometrie häufig grundsätzlich infrage gestellt und klinische Zeichen wie der sogenannte Head-Lift-Test als vollkommen ausreichend angesehen, um Restblockaden auszuschließen. Darüber hinaus wird oftmals auch die Notwendigkeit der quantitativen Relaxometrie, also das objektive Messen der neuromuskulären Erholung zum Beispiel mittels der Akzeleromyographie, hinterfragt und ein „einfacher Nervenstimulator“ als völlig ausreichend angesehen. Ferner kommt dem zweiten wesentlichen Baustein zur Vermeidung von Restblockaden, sprich der Antagonisierung, zu häufig nicht die für ein erfolgreiches neuromuskuläres Management notwendige Bedeutung zu. Dies wird durch die Ergebnisse einer aktuellen multizentrischen prospektiven Kohortstudie zu diesem Thema eindrücklich bestätigt: Bei weniger als einem Viertel der Patient*innen kam ein objektives neuromuskuläres Monitoring zum Einsatz, lediglich 47,9 Prozent der Patient*innen wurden am Ende des Eingriffs antagonisiert. Dafür wurden bei 68,7 Prozent (!) der Patient*innen ausschließlich klinische Zeichen zur Beurteilung der neuromuskulären Erholung herangezogen.[25] Die Ergebnisse sind insofern überraschend, als die Datenlage inzwischen eindeutig für ein Konzept von routinemäßigem neuromuskulärem Monitoring und gegebenenfalls Antagonisierung spricht.

STELLENWERT DES QUANTITATIVEN NEUROMUSKULÄREN MONITORINGS

Carvalho et al. untersuchten den Zusammenhang zwischen quantitativem und qualitativem Monitoring bzw. keiner Relaxometrie und der Inzidenz von neuromuskulären Restblockaden.[26] Dazu wurden alle relevanten Publikationen des Zeitraumes 1979 bis 2019 einer Meta-Analyse unterzogen, wobei lediglich Studien mit mittellang wirksamen Muskelrelaxanzien eingeschlossen wurden. Restblockade war definiert als eine TOF-Ratio unter 0,7, 0,9 bzw. 1,0. Die Gesamtinzidenz von Restblockaden, das heißt unter Berücksichtigung aller drei TOF-Endpunkte, betrug 11,5 Prozent bei Patient*innen mit quantitativem neuromuskulärem Monitoring, 30,6 Prozent bei Patient*innen, die mit einem einfachen Nervenstimulator überwacht wurden, und 33,1 Prozent bei Patient*innen, bei denen auf neuromuskuläres Monitoring verzichtet wurde. Sie war somit signifikant geringer, wenn quantitatives Monitoring verwendet wurde, kein Unterschied wurde jedoch zwischen qualitativem Monitoring und keiner Relaxometrie gefunden. Bei isolierter Analyse einer TOF-Ratio von 0,7 als Grenzwert bestand jedoch kein Unterschied zwischen quantitativem und qualitativem Monitoring. Der „einfache Nervenstimulator“ war also ausreichend, solange die Restblockade als TOF-Ratio <0,7 definiert war. Beim aktuell gültigem Wert einer TOF-Ratio >0,9 bzw. 1,0 ist er dem objektiven neuromuskulären Monitoring allerdings klar unterlegen.

STELLENWERT VON NEOSTIGMIN

Acetylcholinesterasehemmer waren über Jahrzehnte die einzig verfügbare Substanzgruppe zur Antagonisierung nicht-depolarisierender Muskelrelaxanzien – und Neostigmin ihr am häufigsten verwendeter Vertreter. Darüber hinaus ist Neostigmin nach wie vor die einzig verfügbar Substanz zur Reversierung von Muskelrelaxanzien vom Benzylisochinolin-Typ.

Mit Sugammadex gibt es seit einigen Jahren eine Alternative, womit sich die Frage nach dem aktuellen Stellenwert von Neostigmin stellt. Thilen et al. gaben eine eindeutige Antwort auf diese Frage:[27] In ihrer eigenen Abteilung beobachteten sie eine inakzeptabel hohe

Inzidenz von Restblockaden, und dies trotz routinemäßiger Antagonisierung mit Neostigmin. Sie führten dies auf unsachgemäße Anwendung von Neostigmin zurück und definierten in einem Protokoll die sachgemäße Antagonisierung mit Neostigmin. Demnach wurde erst ab einem TOF-Count von 4 mit der Gabe von Neostigmin begonnen, die entsprechende Dosis betrug 40 µg/kg und zwischen Neostigmin-Injektion und Extubation musste mindestens ein Intervall von 10 Minuten liegen, um der Substanz ausreichend Zeit zu geben zu wirken. Durch diese Maßnahmen konnten massive Restblockaden entsprechend einer TOF-Ratio <0,7 von vormals 12 auf 1 Prozent reduziert werden. Die Inzidenz von Restblockaden <0,9 wurde trotz dieses Protokolls lediglich von 22 auf 14 Prozent reduziert. Im Bereich zwischen TOF-Ratio 0,7 und 0,9 ist jedoch noch mit deutlichen Einschränkungen der Funktion des oberen Atemwegs zu rechnen, verbunden mit dem Risiko einer vollständigen inspiratorischen Obstruktion.[18] Auch diese „geringgradigen" Restblockaden müssen deshalb zuverlässig verhindert werden. Das heißt, dass Neostigmin unter den aktuellen Anwendungsempfehlungen nur eingeschränkt wirksam ist.

Ein längeres Intervall als 10 Minuten zwischen der Injektion von Neostigmin und der Extubation der Patient*innen ist wohl nur schwer in die klinische Routine zu integrieren, eine weitere Erhöhung der Neostigmin-Dosis führt ebenfalls nicht zu einer verbesserten Wirksamkeit. Dies erklärt sich aus dem zugrundeliegenden Wirkmechanismus: Neostigmin hemmt das für den Abbau von Acetylcholin verantwortliche Enzym. Sobald das Enzym blockiert ist, kommt es auch nach Erhöhung der Dosis zu keiner verbesserten Wirksamkeit. Dies erklärt das nach 40 bis 50 µg/kg Neostigmin zu beobachtende Wirkungsplateau. So bleibt als letzte Stellgröße lediglich, mit der Neostigmin-Gabe zu warten, bis die Spontanerholung weiter fortgeschritten ist, was jedoch den klinischen Stellenwert der Substanz weiter einschränkt.[28]

STELLENWERT VON SUGAMMADEX

Sugammadex gehört zur Substanzklasse der Cyclodextrine und antagonisiert spezifisch die steroidalen Muskelrelaxanzien Rocuronium und Vecuronium. Im Gegensatz zur Wirkung der Acetylcholinesterasehemmer findet die Interaktion zwischen Sugammadex und Rocuronium nicht an der motorischen Endplatte statt, sondern direkt im Plasma. Durch die Bindung von Sugammadex an das Muskelrelaxans nimmt dessen freie Konzentration im Plasma ab. In der Folge diffundiert das Muskelrelaxans von der motorischen Endplatte zurück ins Plasma, wodurch die muskelrelaxierende Wirkung aufgehoben wird. Wesentliche Vorteile sind, dass kein Mindestmaß an Spontanerholung vorliegen muss und folglich auch tiefe neuromuskuläre Blockaden antagonisiert werden können, sowie die Tatsache, dass keine muskarinergen Nebenwirkungen auftreten und somit auch kein Parasympatholytikum gegeben werden muss. Bei Verzicht auf neuromuskuläres Monitoring ist allerdings auch nach Sugammadex mit Restblockaden zu rechnen. [29]

Brückmann et al. untersuchten die Inzidenz von Restblockaden nach Sugammadex- bzw. Neostigmin-basierter Antagonisierung. 43 Prozent der mit Neostigmin antagonisierten Patient*innen hatten bei Ankunft im Aufwachraum noch Restblockaden; 10 Prozent der mit Neostigmin antagonisierten Patient*innen hatten bei Ankunft im Aufwachraum eine TOF-Ratio <0,7. In der Sugammadex-Gruppe war die Inzidenz der Restblockade 0.[30]

Hristovska et al. untersuchten in einer systematischen Cochrane-Analyse rezent die Effizienz und Sicherheit von Neostigmin und Sugammadex zur Antagonisierung von Restblockaden bei Erwachsenen. Die Studie bestätigt, dass Sugammadex im Mittel 10 Minuten schneller wirkt (2,0 vs. 12,9 min), seine Wirkung von der Tiefe der neuromuskulären Blockade unabhängig ist und mit weniger Nebenwirkungen behaftet ist.[31]

NEUROMUSKULÄRES MANAGEMENT UND POSTOPERATIVE PULMONALE KOMPLIKATIONEN

Bei circa 5 Prozent aller Patient*innen, die sich einem nicht-kardiochirurgischen Eingriff unterziehen, kommt es postoperativ zu pulmonalen/respiratorischen Komplikationen.[32] Es ist davon auszugehen, dass neben Faktoren wie intraoperativer Volumentherapie, chirurgischem Eingriff, Alter der Patient*innen oder Schmerztherapie, um nur einige Faktoren zu nennen, auch die Qualität des neuromuskulären Managements – und hier insbesondere unvollständige neuromuskuläre Erholung – dazu beiträgt. Vor diesem Hintergrund gibt es seit geraumer Zeit eine wissenschaftliche Diskussion, ob es Unterschiede in der Häufigkeit dieser Komplikationen gibt, je nachdem, ob mit Neostigmin oder Sugammadex antagonisiert wurde. In einer „Multicenter Observational Match Cohort Analysis", in der Daten von über 45.000 Patient*innen ausgewertet wurden, konnte gezeigt werden, dass die Häufigkeit pulmonaler/respiratorischer Komplikation durch Antagonisation mit Sugammadex verglichen mit Neostigmin um 30 Prozent reduziert werden konnte.[33] Im Gesamtkollektiv betrug das relative Risiko 4,1 Prozent, in der Sugammadex-Kohorte 3,5 Prozent, in der Neostigmin-Kohorte 4,8 Prozent. Die Inzidenz postoperativer Pneumonien wurde dementsprechend um 47 Prozent und die von postoperativem Atemwegsversagen um 55 Prozent reduziert, wenn Sugammadex anstelle von Neostigmin verwendet wurde.[33]

Auch dabei hat das neuromuskuläre Management also direkten Einfluss auf den postoperativen Outcome der Patient*innen. (Dem Thema „Postoperative pulmonale Komplikationen" widmen die Anästhesie Nachrichten ein ausführliches DFP-Literaturstudium in der kommenden Ausgabe 4/2021).

Referenzen:

1 Griffith HR, Johnson GE.The use of curare in general anesthesia. Anesthesiology 1942; 3:418–422
2 Beecher HK, Todd DP. A study of deaths associated with anesthesia and surgery. Ann Surg 1954; 140:2–34
3 Christie TH, Churchill-Davidson HC. The St. Thomas's nerve stimulator in the diagnosis of prolonged apnoea. Lancet 1958; 12:776–780
4 Gray TC, Wilson F. The development and use of muscle relaxants in the United Kingdom. Anesthesiology 1959; 20:400–410
5 Mencke T, Echternach M, Kleinschmidt S et al. Laryngeal morbidity and quality of tracheal intubation: a randomized controlled trial. Anesthesiology 2003; 98:1049–1055
6 Combes X, Andriamifidy L, Dufresne E et al. Comparison of two induction regimes using or not using muscle relaxant: impact on upper airway discomfort. Br J Anaesth 2007; 99:276–281
7 Lundstrom LH, Moller AM, Rosenstock C et al. Avoidance of neuromuscular agents may increase the risk of difficult tracheal intubation: a cohort study of 103 812 consecutive adult patients recorded in the Danish anaesthesia database. Br J Anaesth 2009; 103:283–290

Cveto Marsič, *Flor de amor,* Öl auf Leinwand, 240 x 330 cm

8 Soltesz S, Alm P, Mathes A, Hellmich M, Hinkelbein J. The effect of neuromuscular blockade on the efficiency of facemask ventilation in patients difficult to facemask ventilate: a prospective trial. Anaesthesia 2017; 72:1484–1490
9 Min SH, Im H, Kim BR et al. Randomized Trial Comparing Early and Late Administration of Rocuronium Before and After Checking Mask Ventilation in Patients With Normal Airways. Anesth Analg 2019; 129:380-386
10 Baillard C, Bourgain J-L, Bouroche G et al. Guidelines on muscle relaxants and reversal in anaesthesia. Anaesth Crit Care Pain Med 2020; 39:125–142
11 Blobner M, Frick CG, Sträuble RB et al. Neuromuscular blockade improves surgical conditions (NISCO). Surg Endosc 2015; 29:627–636
12 Pansard JL, Chauvin M, Lebrault C et al. Effect of an intubating dose of succinylcholine and atracurium on the diaphragm and the adductor pollicis muscle in humans. Anesthesiology 1987; 67:326–330
13 Fernando PU, Viby-Mogensen J, Bonsu Ak et al. Relationship between posttetanic count and response to carinal stimulation during vecuronium-induced neuromuscular blockade. Acta Anaesthesiol Scand 1987; 31:593–596
14 Martini CH, Boon M, Bevers RF et al. Evaluation of surgical conditions during laparoscopic surgery in patients with moderate vs deep neuromuscular block. Br J Anaesth 2014; 112:498–505
15 Lindekaer AL, Springborg HH, Istre O. Deep neuromuscular blockade leads to a larger intraabdominal volume during laparoscopy. J Vis Ex 2013; 25:50045
16 Bruintjes MH, van Helden EV, Braat AE et al. Deep neuromuscular block to optimize surgical space conditions during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. Br J Anaest 2017; 118:834–842
17 Fuchs-Buder T, Schmartz D, Baumann C et al. Deep neuromuscular block improves surgical conditions during gastric bypass surgery for morbid obese patients: A randomized controlled trial. Eur J Anaesthesiol 2019; 36:486–493
18 Mulier JP, Dilemans B. Anaesthetic factors affecting outcome after bariatric surgery, a retrospective leveled regression analysis. Obesity Surgery 2019; 29:1841–1850
19 Albers KI, Polat F, Loonen T et al. Visualising improved peritoneal perfusion at lower intra-abdominal pressure by fluorescent imaging during laparoscopic surgery: A randomized controlled study. Int J Surg 2020; 77:8–13
20 Eikermann M, Vogt FM, Herbstreit F et al. The predisposition to inspiratory upper airway collapse during partial neuromuscular collapse. Am J Respir Crit Care Med 2007; 175:9–15
21 Eriksson LI, Sundmann E, Olsson R et al. Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans: simultaneous videomanometry and mechanomyography of awake human volunteers. Anesthesiology 1997; 87:1035-1043
22 Eriksson LI, Sato M, Severinghaus JW. Effect of vecuronium-induced partial neuromuscular block on hypoxic ventilatory response. Anesthesiology 1993; 78:693–699
23 Baillard C, Clec'h C, Gatineau J, et al. Postoperative neuromuscular block: a survey of management Br J Anaesth 2005; 95:622–626
24 Todd MM, Hindman BJ, King BJ. The implementation of quantitative electromyographic neuromuscular monitoring in an academic anesthesia department. Anesth Analog 2014; 119:323–331
25 Kirmeier E, Eriksson LI, Lewald H et al. Post-anesthesia pulmonary complications after the use of myorelaxants (POPULAR): a multicenter, prospective observational study. Lancet Respir Med 2019; 7:129–140
26 Carvalho H, Verdonck M, Cools W et al. Forty years of neuromuscular monitoring and postoperative residual curarisation: a meta-analysis and evaluation of confidence in network meta-analysis. Br J Anaesth 2020; 125:466–482
27 Thilen SR, Ng IC, Cain KC et al. Management of rocuronium neuromuscular block using a protocol for qualitative monitoring and reversal with neostigmine. Br J Anaesth 2018; 121:367–377
28 Choi ES et al. Anaesthesia Anaesthesia 2016; 71:443–449
29 Kotake Y. et al. Anesth Analg 2013; 117:354-519
30 Brueckmann B, Sasaki N, Grobara PO et al. Effects of sugammadex on incidence of postoperative residual neuromuscular blockade: a randomized, controlled study. Br J Anaesth 2015; 115:743–751
31 Hristovska AM, Duch P, Allingstrup LM, Afshari A. The comparative efficacy and safety of sugammadex and neostigmine in reversing neuromuscular blockade in adults. A Cochrane systematic review with meta-analysis and train sequential analysis. Anaesthesia 2018; 73:62_31–41
32 Freundlich RE, Maile MD, Sierra JJ et al. Complications associated with mortality in the National Surgical Quality Improvement Program. Anesth Analg 2018; 127:55–62
33 Kheterpal S, Vaughan MT, Dubovoy TZ et al. Sugammadex vs neostigmine for reversal of neuromuscular blockade and postoperative pulmonary complications (STRONGER). A multicenter matched cohort analysis. Anesthesiology 2020; 132:1371–1381

LECTURE BOARD:

Prim. Univ.-Prof. Dr. Walter Hasibeder
Abteilung für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin am Krankenhaus St. Vinzenz, Zams

Prim. Univ.-Prof. Dr. Harald Sparr
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Krankenhaus Dornbirn

FORTBILDUNGSANBIETER:

Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin

DFP

DFP-LITERATURSTUDIUM IN DEN ANÄSTHESIE NACHRICHTEN

Management der neuromuskulären Blockade und Patient Outcome

2 DFP-PUNKTE

1. Laut einer aktuellen Untersuchung verbessern Muskelrelaxanzien zur Einleitung die Effizienz der Maskenbeatmung deutlich und führen zu einer signifikanten und klinisch relevanten Zunahme des verabreichten Volumens bei vollem Wirkungseintritt um … *(eine richtige Antwort)*

a) 10 Prozent ☐
b) 48 Prozent ☐
c) 70 Prozent ☐
d) 90 Prozent ☐

2. Baillard et al. belegen den Wert eines neuromuskulären Monitorings. Durch den Einsatz von Nervenstimulatoren an jedem Anästhesiearbeitsplatz konnte die Inzidenz von Restblockaden signifikant reduziert werden. *(eine richtige Antwort)*

a) Von 100 auf 0 Prozent ☐
b) Von 60 auf 3 Prozent ☐
c) Von 40 auf 8 Prozent ☐
d) Von 50 auf 10 Prozent ☐

3. Laut einer Befragung in 28 europäischen Ländern wird weniger als die Hälfte aller Patient*innen am Ende eines Eingriffs antagonisiert. Exakt waren es … *(eine richtige Antwort)*

a) 49,9 Prozent ☐
b) 48,7 Prozent ☐
c) 47,9 Prozent ☐
d) 41,1 Prozent ☐

4. In einer Meta-Analyse errechneten Carvalho et al. die Gesamtinzidenz von Restblockaden. *(drei richtige Antworten)*

a) Die Gesamtinzidenz betrug 11,5 Prozent bei Patient*innen mit quantitativem neuromuskulärem Monitoring. ☐
b) Die Gesamtinzidenz betrug 33,1 Prozent bei Patient*innen mit quantitativem neuromuskulärem Monitoring. ☐
c) Die Gesamtinzidenz betrug 30,6 Prozent bei Patient*innen, die mit einem einfachen Nervenstimulator überwacht wurden. ☐
d) Die Gesamtinzidenz betrug 33,1 Prozent bei Patient*innen, bei denen auf neuromuskuläres Monitoring verzichtet wurde. ☐

5. Wie hoch war laut Brückmann et al. die Inzidenz von Restblockaden nach Sugammadex-basierter Antagonisierung bei Ankunft im Aufwachraum? *(eine richtige Antwort)*

a) 0 Prozent ☐
b) 5 Prozent ☐
c) 10 Prozent ☐
d) 20 Prozent ☐

6. Hristovska et al. verglichen Effizienz und Sicherheit von Neostigmin und Sugammadex zur Antagonisierung von Restblockaden bei Erwachsenen. Welche Aussagen sind richtig? *(zwei richtige Antworten)*

a) Neostigmin wirkt im Mittel um 10 Minuten schneller. ☐
b) Sugammadex wirkt im Mittel um 10 Minuten schneller. ☐
c) Sugammadex ist mit weniger Nebenwirkungen behaftet. ☐
d) Neostigmin ist mit weniger Nebenwirkungen behaftet. ☐

So machen Sie mit:
Entsprechend den Richtlinien der ÖÄK finden Sie im Anschluss an den Fortbildungsartikel Multiple-Choice-Fragen. Eine Frage gilt dann als richtig beantwortet, wenn Sie von den vorgegebenen Antworten alle richtigen angekreuzt haben. Für eine positive Beantwortung ist erforderlich, dass Sie **vier der sechs** Fragen richtig beantworten. Bei korrekter Beantwortung werden **zwei DFP-Punkte** angerechnet.

E-Mail, Post & Fax:
Schicken Sie diese Seite bitte per E-Mail an monica.friedmann@springer.at, per Post an Springer Medizin Wien (z. Hd. Monica Friedmann), Prinz-Eugen-Straße 8–10, 1040 Wien, oder per Fax an 01/330 24 26.

Diesen Artikel sowie eine Reihe weiterer Fortbildungsangebote finden Sie auch auf www.pains.at und der Plattform „Akademie Lernwelt" der Österreichischen Akademie der Ärzte unter www.meindfp.at, wo Sie die Fragen auch online beantworten können.

Ihre Teilnahmebestätigung ist unter www.meindfp.at downloadbar, wenn Sie ein Fortbildungskonto haben.

Gültig bis: 08/2023

Name: _____

Anschrift: _____ PLZ/Ort: _____

Ärztin*Arzt für _____ ÖÄK-Arztnummer: | | | | | | – | | |

Bitte informieren Sie mich über neue
DFP-Angebote unter folgender E-Mail-Adresse: _____

DFP pains.at

AKTUELLE DFP-BEITRÄGE

LITERATURSTUDIEN
- Management der neuromuskulären Blockade und Patient Outcome
- Diagnose und Behandlungsmanagement der Arthrose

PODCASTS
- Haemodynamics in motion: Hämodynamische Probleme I
- Nasenpolypen als Folge einer Analgetika-Intoleranz

VIDEOS
- Intensivmedizin UP-TO-DATE
- Notfallmedizin UP-TO-DATE

INFORMATION UND KONTAKT
www.pains.at • Springer-Verlag GmbH, AT, Prinz-Eugen-Straße 8–10
1040 Wien, Austria, Tel.: +43 (0)1/330 24 15-0, Fax: +43 (0)1/330 24 26.