

# **Nationaler Survey unter den Leitern von Anästhesiekliniken zur Umsetzung des Managements der Muskelrelaxierung bei Allgemeinanästhesie**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Friederike Sophie Menzel

geboren am 21.02.1995

in Dessau, Sachsen-Anhalt

Betreuer:

Univ. Prof. Dr. med. Michael Bucher

Gutachter\*innen:

Univ. Prof. Dr. med. Thomas Hachenberg

Privatdozent Dr. med. Jens Soukup

Datum der Verteidigung: 20.04.2023

## Referat

Die Relaxierung durch den Einsatz spezifischer Muskelrelaxantien im Rahmen der Allgemeinanästhesie ist eine optionale Narkosequalität. Der Einsatz erfolgt nur bei einer gegebenen Indikation.

Bereits zweimal, 2000 und 2005, wurde in Deutschland die Situation im klinischen Alltag in deutschen Krankenhäusern und Praxen zum Management der Muskelrelaxierung und dem Einsatz von technischen Möglichkeiten des neuromuskulären Monitorings abgefragt. Seither haben sich wesentliche Veränderungen sowohl im Spektrum der Medikamente, als auch im Spektrum der operativen Vorgehensarten entwickelt. Die vorliegende deutschlandweite Umfrage sollte evaluieren, ob der Einsatz und die Anwendung des Monitorings der Muskelrelaxantien in den Kliniken einem Wandel unterliegt.

Es kam ein „web-basierter“ Fragebogen zum Einsatz. Vergleiche mit den vorbestehenden Umfragen waren angestrebt. Die statistische Analyse erfolgte deskriptiv.

Die Rücklaufquote betrug 16,5%. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Verfügbarkeit des neuromuskulären Monitorings in den Kliniken weiter verbessert hat. Für die Durchführung einer „Rapid Sequence Induction“ ist nicht mehr Succinylcholin das häufigste eingesetzte Medikament, sondern Rocuronium. Damit einhergehend halten mittlerweile 86% der antwortenden Anästhesieabteilungen Sugammadex als Medikament vor. Das Konzept der Vollrelaxierung zu laparoskopischen Operationen „deep block“ wird von 60% der Antwortenden in der Klinik angewandt.

Da die aktuelle Umfrage erneut gezeigt hat, dass der Einsatz eines apparativen Monitorings zur Steuerung des Managements der Muskelrelaxierung nicht in allen Kliniken durchgeführt wird und somit eine zusätzliche Patientengefährdung nicht ausgeschlossen werden kann, ist die Fachgesellschaft der Anästhesisten aufgefordert, hier Empfehlungen und Leitlinien vorzugeben.

Menzel, Friederike: Nationaler Survey unter den Leitern von Anästhesiekliniken zur Umsetzung des Managements der Muskelrelaxierung bei Allgemeinanästhesie, Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 73 Seiten, 2022

# Inhalt

Verzeichnis der Abkürzungen .....	3
Einleitung .....	4
1.    Allgemeinanästhesie und Versorgungsforschung zum „Patienten-Outcome“ .....	4
2.    Muskelrelaxantien zur Allgemeinanästhesie – Substanzgruppen - Wirkweise.....	7
3.    Management der Muskulären Relaxierung – Indikationen zum Einsatz und Intensität der Relaxierungstiefe .....	11
4.    Einsatz von MR zur OP-Feld Darstellung im interdisziplinären Diskurs.....	14
5.    Neuromuskuläres Monitoring und Vermeidung von Restblockaden .....	15
Ergebnisse zur Anwendungswirklichkeit von MR im klinischen Alltag.....	17
Zielstellung.....	20
Methode .....	22
1.    Fragebogen .....	22
2.    Statistische Präsentation .....	23
Ergebnisse:.....	24
1.    Rücklaufquote.....	24
2.    Strukturdaten.....	24
3.    Muskelrelaxantienmanagement und SOP .....	30
4.    Verfügbarkeit neuromuskuläres Monitoring (NMM) im OP und Aufwachraum	32
5.    Intubation Erwachsene (elektiv, nüchtern und ohne für das Atemwegsmanagement relevante Co-Morbidität) .....	34
6.    „Rapid Sequence Induction“ bei Erwachsenen .....	38
7.    Einsatz des Neuromuskulären Monitorings.....	41
8.    Vermeidung von postoperativer Restcurarisierung .....	46
Diskussion .....	51
Aktuelle Wissenschaftliche Fragestellungen zum Einsatz von Muskelrelaxantien: ...	51
Ergebnisse der durchgeführten Umfrage .....	54
Zusammenfassung .....	67
Literaturverzeichnis .....	69
Thesen.....	74
Anhang.....	I
1.    Anschreiben zur Email .....	I
2.    Fragebogen.....	III

Danksagungen.....	XI
Erklärung über frühere Promotionsversuche und Selbständigkeitserklärung (mit Unterschrift).....	XII

## Verzeichnis der Abkürzungen

Ach-Rezeptor	Acetylcholin-Rezeptor
APSF	Anaesthesia Patient Safety Foundation
AWR	Aufwachraum
DBS	double burst stimulation
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
DMR	Depolarisierende Muskelrelaxantien
DUR25	Klinische Wirkdauer: Zeit bis zur Erholung der Muskelkraft auf 25% des Ausgangswertes
ED95	Effektive Dosis: erforderliche Dosis um die Muskelkraft um 95% zu reduzieren
ERAS	Enhanced Recovery after Surgery
ESA	European Society of Anesthesiology
MR	Muskelrelaxantien
Na <sup>+</sup>	Natriumionen
NDMR	Nicht depolarisierende Muskelrelaxantien
NMM	Neuromuskuläres Monitoring
OP	Operation
PDMS	Patientendatenmanagementsystem
PORC	postoperative residual curarization
PTC	post tetanic count stimulation
RSI	rapid sequence induction
SOP	standard operating procedure
TOF	train of four stimulation

# Einleitung

## 1. Allgemeinanästhesie und Versorgungsforschung zum „Patienten-Outcome“

Die Kernkompetenz und Verantwortung des Anästhesisten liegt in der Sicherstellung der perioperativen Patientensicherheit, nach Möglichkeit für den Patienten die am besten zu ertragenden Umstände zu erreichen und für die besten Operationsbedingungen zu sorgen. Diese Formulierung stammt von Griffith aus dem Jahr 1947 kurz nach der klinischen Einführung der Muskelrelaxantien (1)

Die moderne Anästhesie mit der Allgemeinanästhesie als Hauptform der Narkose für die überwiegende Anzahl der operativen Eingriffe stellt für die Patienten eine sehr sichere Verfahrensweise dar (2). Die Qualitäten der Allgemeinanästhesie – Hypnose, Analgesie, Amnesie, Vegetative Dämpfung und Muskelrelaxation - sind mit den zur Verfügung stehenden Medikamenten als „Kombinierte Anästhesie“ gut erreichbar und steuerbar. Für viele Operative Szenarien sind darüber hinaus Kombinationen der Allgemeinanästhesie mit Verfahren der Regionalanästhesie etabliert. Für die Steuerung und Überwachung der Narkose stehen in der Klinik ein umfängliches Repertoire an apparativem Monitoring an jedem Anästhesiearbeitsplatz zur Verfügung (3). Die Grundlage für den technischen Standard in deutschen Krankenhäusern stellen die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten unter dem Titel: Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz\* dar. Beck et al. erstellten in der zugehörigen Publikation folgende Tabelle:

Tabelle 1: Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz\* (3)

	<b>Arbeitsplatz<sup>1</sup></b>	<b>verfügbar<sup>2</sup></b>
<b><u>essenziell</u></b>	Anästhesiesystem <sup>3</sup>	
	patientennahe Atemgasmessung <sup>4</sup>	
	Pulsoximeter <sup>5</sup>	
	EKG Monitor <sup>6</sup>	
	Blutdruckmessung	

		Körpertemperaturmessung
		Defibrillator <sup>7</sup>
		Relaxometer <sup>8</sup>
		Blutzucker-Messgerät <sup>9</sup>
<b><u>empfohlen</u></b>	Anästhesie-Beatmungsgerät <sup>10</sup>	
	Oszillometrische Blutdruckmessung <sup>11</sup>	

1. Ausstattung wird unmittelbar am Arbeitsplatz benötigt.
2. Ausstattung sollte im Bedarfsfall in angemessener Zeit in Anspruch genommen werden können (z. B. auch bei Aufstellung in anderen Bereichen).
3. Anästhesie-Atemsystem samt dazugehörigen Überwachungsgeräten, Alarmsystemen und Schutzvorrichtungen nach DIN EN 60601-2-13. Dazu zählen u.a. immer Druckbegrenzung, Kapnometrie, Sauerstoff-Überwachungsgerät, Überwachung des Expirationsvolumens, Diskonnektions- sowie Apnoe-Alarm. Dazu zählen bei Betrieb eines Anästhesiemittelverdampfers u.a. zusätzlich ein Anästhesiegasfortleitungssystem sowie ein Anästhesiemittel-Überwachungsgerät.
4. „Atemgase“: Konzentrationen von Sauerstoff, Kohlendioxid und Inhalationsanästhetikum; „patientennah“ = Gasprobenentnahme so nah wie möglich an die Trachea des Patienten heran, mindestens aber an der Übergangsstelle zwischen Luftweg (z.B. Tubuskonnektor) und Anästhesiesystem
5. Digitalanzeige von SpO<sub>2</sub>- und Herzfrequenz, akust. Signal bei Unterschreiten einstellbarer Alarmgrenzen für SpO<sub>2</sub>- und Herzfrequenz.
6. Akustisches Signal bei Unterschreiten einstellbarer Alarmgrenzen für die Herzfrequenz.
7. Defibrillator: Das Gerät muss es ermöglichen, dass der Arzt einen Stromstoß manuell auslösen kann.
8. Relaxometrie, wenn Muskelrelaxantien eingesetzt werden.
9. Bei Kindern bis zum vollendeten 1. Lebensjahr sowie Diabetikern (die Gerätehinweise sind zu beachten).
10. Nach DIN EN ISO 8835 Teil 5.
11. Das Gerät muss über einen Automatikmodus verfügen (automatische Messung in festgelegten Zeitintervallen)

Die anästhesiebedingte Morbidität und Mortalität sind heute so niedrig, dass es schwierig ist, den direkten Zusammenhang zwischen guter Anästhesie und einer positiven oder negativen Wirkung auf das Gesamtergebnis der Operation nachzuweisen. Über alle Patientenkategorien und Operationsformen betrachtet wird geschätzt, dass ein anästhesiebedingter intraoperativer Tod auf 10000 Operationen kommt. Die

Sterblichkeit in den ersten Wochen nach einer Operation beträgt hingegen noch immer ca. 2% (4). Der Anteil des anästhesiebedingten Beitrags zu der Gesamtmortalität chirurgischer Patienten soll ca. 10–20% betragen (5). Arbous et al. 2005 konnten in einem sehr komplexen Ansatz retrospektiver Patientendatenanalysen nachweisen, dass die Verfahren der Anästhesie durchaus einen relevanten Einfluss auf die postoperative 24 Stunden Morbidität haben. Insbesondere das Niveau der Qualifikation des Anästhesiepersonals, die Verfügbarkeit des Anästhesiefacharztes am Patienten aber auch die Qualität des Muskelrelaxantienmanagements waren in der Untersuchung signifikante Determinanten (2).

Der Einfluss auf das „Patienten-Outcome“ ist erst hinreichend erfassbar, wenn auch das Anästhesie-Management in Nachbeobachtungen bis zum Entlassungstag und dann in der Folge bis zum 28. postoperativen Tag einbezogen werden. Dies sind die üblichen Intervalle der diagnose- und prozedurbezogenen Qualitätsmodule in der Medizin. So ist zum Beispiel die Definition einer postoperativen Wundinfektion oder Wundheilungsstörung an das Auftreten selbiger bis zum 21. postoperativen Tag gebunden. Heute erkennen wir den Einfluss der perioperativen Hypothermie auf die Inzidenz von Wundinfektionen an, nach dem Nachbeobachtungsstudien über den 21. Postoperativen Tag hinaus mit den intraoperativen Temperaturverläufen assoziiert wurden (6). Unter Leitung der DGAI wurde entsprechend 2015 eine Deutsche Leitlinie zur Vermeidung perioperativer Hypothermie erstellt (7).

Mehrere Studien mit eben diesem Ansatz, die Bedeutung der Anwendung und der Art des Managements von Muskelrelaxantien auf das Outcome des Patienten am Ende einer stationären nicht- cardiochirurgischen operativen Behandlung zu evaluieren sind sehr aktuell publiziert worden (8-10). In der auf Grund der Anzahl der eingeschlossenen Patienten herausragenden „POPULAR Studie“ (post-anaesthesia pulmonary complications after use of muscel relaxants) als Europäische Multizentrische Observationsstudie mit einer Nachbeobachtungszeit der Patienten bis zum 28. postoperativen Tag an mehr als 20000 Patienten konnte gezeigt werden, dass die Anwendung von Muskelrelaxantien, das Risiko eine postoperative pulmonale Komplikation zu erleiden signifikant erhöht (10). Bulka et al. analysierten mehr als 13000 operative Patienten aus einem US amerikanischen Qualitätssicherungsmodul

retrospektiv und demonstrierten ebenfalls den Einfluss des Einsatzes von Muskelrelaxantien auf das Risiko einer postoperativen Pneumonie (8). Die Antagonisierung der Muskulären Blockade am OP-Ende senkte das Risiko deutlich.

Klinische Versorgungsforschung zur Qualität der Anästhesiedurchführung unter Bedingungen des klinischen Alltags in Krankenhäusern unterschiedlicher Versorgungsstufe reflektiert somit auf die Umsetzung komplexer Konzepte zur Beherrschung der Risiken, die mit dem Einsatz der Anästhesieverfahren wie Atemwegsmanagement, Vermeidung perioperativer Hypothermie oder Management der perioperativen Volumentherapie etc. verbunden sind (7, 11-13). Die Form der Leitlinie sowie „state of art“ Publikationen stellen dabei wesentliche Schritte zur Umsetzung der Erkenntnisse der Anwendungsforschung in die klinische Praxis dar (14).

## 2. Muskelrelaxantien zur Allgemeinanästhesie – Substanzgruppen - Wirkweise

Die Relaxierung der quergestreiften Muskulatur ist eine optionale „fünfte Qualität“ der Allgemeinanästhesie die zur Erreichung spezifischer, Ziele wie der Relaxierung zur endotrachealen Intubation oder der intraoperativen OP-Feld Situs Darstellung eingesetzt wird. Zur Erreichung einer muskulären Relaxierung werden seit den 40-iger Jahren spezifische Substanzen verwendet (15, 16). Die Substanz Curare stellt die Basissubstanz dar, welche bereits vor über hundert Jahren von den Indianern Südamerikas als Pfeilgift bei der Jagd verwendet wurde (16, 17). Der Einsatz von Muskelrelaxantien hat die anästhesiologische Praxis revolutioniert und viele moderne Operationsverfahren überhaupt erst möglich gemacht.

Die aktuellen verfügbaren, Muskelrelaxantien, die in der Klinik zur Verfügung stehen, werden zum einen nach ihrer Wirkweise an der motorischen Endplatte der Muskeln in 2 Gruppen eingeteilt: die „nicht depolarisierenden Muskelrelaxantien“ (NDMR) (wie z.B.: Rocuronium) und die „depolarisierenden Muskelrelaxantien“ (DMR) (wie: Succinylcholin). Weiterhin können die Muskelrelaxantien nach ihren pharmakologischen Eigenschaften und nach den chemischen Substanzeigenschaften kategorisiert werden.

Es gibt jeweils Unterschiede in Wirkmechanismus, Wirkungsdauer und Nebenwirkungen.

Allen Klassen von Muskelrelaxantien (MR) ist gemeinsam, dass sie am Acetylcholin Rezeptor agieren, welcher an der postsynaptischen Membran der motorischen Endplatte der Muskelfasern quergestreifter Muskulatur lokalisiert ist und bewirken eine Muskellähmung (18). Die Mechanismen der Blockade der motorischen Endplatte durch MR sind heute fester Bestandteil des Wissens klinisch tätiger Anästhesisten. Die wissenschaftliche Literatur zu den vielfältigen Aspekten der Anwendung der MR in der Klinik ist umfangreich. In einer Übersichtsarbeit mit dem Titel: "Muskelrelaxantien und neuromuskuläres Monitoring - Einführung für eine sichere klinische Anwendung" zur Weiterbildung haben Döcker et al. unter anderem sehr strukturiert die Wirkmechanismen der MR und die Substanzgruppen an sich dargestellt (18).

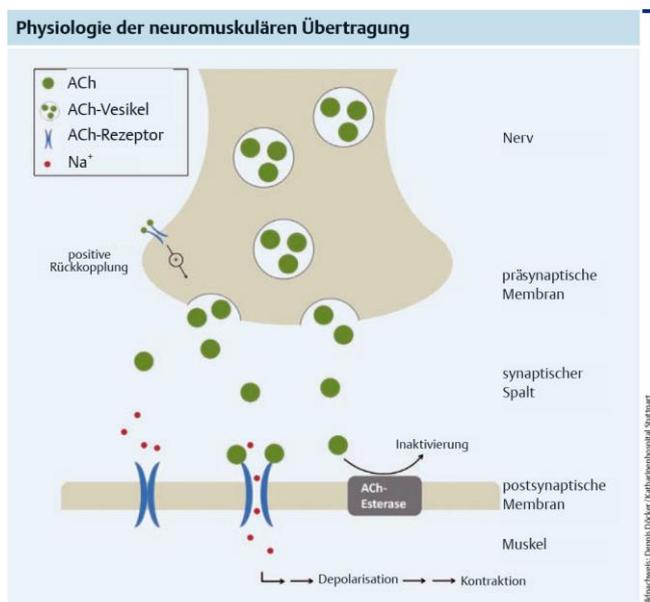


Abb. 1: Motorische Endplatte, vereinfachte Darstellung; aus (18)

Die NDMR, wie bereits dargestellt, verdrängen das Acetylcholin an der postsynaptischen Membran kompetitiv und blockieren die Öffnung des Membrankanals und verhindern damit die Depolarisation der Membran (siehe auch Abb. 1). Die DMR binden ebenfalls an postsynaptische ACh-Rezeptoren, wirken jedoch agonistisch. Die Wirkung der agonistischen schnell einsetzenden Depolarisation großer Mengen von

Membrankanälen führt zu einer Dauerdepolarisation mit anschließender Unerregbarkeit der Ionenkanäle, was sich klinisch zunächst in Muskelkontraktionen (sog. Faszikulationen) äußert, gefolgt von einer schlaffen Lähmung.

Während immer neue Muskelrelaxantien entwickelt werden, mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften, wurde der Idealtyp, der sich durch rasche Anschlagszeit, kurze Wirkdauer, organunabhängige Elimination, unkomplizierte medikamentöse Wirkungsbeendigung und günstiges Nebenwirkungsprofil auszeichnet, noch nicht gefunden (17, 19). Einen Überblick über die aktuell in Deutschland zur Verfügung stehenden Substanzen zur neuromuskulären Blockade gibt Tabelle 2. Dabei ist das DMR Succinylcholin gemeinsam mit den NDMR Substanzen dargestellt.

Tabelle 2: Muskelrelaxantien in der Übersicht (18)

Relaxanz	ED95 [mg/kg KG]	Intuba- tionsdosis [mg/kg]	Repetitions- dosis [mg/kg KG]	Anschlags -zeit [min]	DUR25 [min]	Erholungs index [min]	wichtigste Abbauege
<b>lang wirksam</b>							
Pancuronium	0,06	0,08–0,1	0,02–0,03	3,5 ± 1,5	100 ± 30	40 ± 15	▶ 60–70 % renal ▶ 20–30 % hepatisch
<b>mittellang wirksam</b>							
Vecuronium	0,05	0,08–0,1	0,02–0,03	2,4 ± 0,7	35 ± 5	13 ± 5	▶ 40–50 % renal ▶ 30–40 % hepatisch*
Rocuronium	0,3	0,45–0,6+	0,1–0,2	1,8 ± 0,5	41 ± 7	10 ± 5	▶ > 80 % biliär ▶ 10–20 % renal
Atracurium	0,25	0,5	0,15–0,2	2,0 ± 0,8	39 ± 6	12 ± 5	▶ 60–80 % Hofmann- Elimination ▶ 10–40 % renal
cis-Atracurium	0,05	0,1–0,15	0,02–0,03	3,5 ± 1,5	45 ± 9	13 ± 2	▶ 80–90 % Hofmann- Elimination
<b>kurz wirksam</b>							
Mivacurium	0,08	0,2–0,25	0,05#	3,3 ± 1,0	17 ± 3	7 ± 2	▶ 70–80 % Pseudo- Cholinesterase
<b>ultrakurz wirksam – depolarisierend</b>							
Succinylcholin	0,3	1–1,5	–	0,5–1,5	ca. 5	ca. 5	▶ 98 % Pseudo- Cholinesterase

Das Succinylcholin als einziges aktuell für die Klinik zur Verfügung stehende DMR wird seit langem routinemäßig zur Relaxierung bei der trachealen Intubation verwendet. Auf Grund seiner kurzen Anschlagszeit von weniger als 60 Sekunden und der sehr kurzen Wirkungsdauer von ca. 5 bis 7 Minuten macht es insbesondere geeignet für das Konzept der „rapid sequence induction“ (RSI) des nicht nüchternen Patienten. Auf Grund des schnellen Wirkungseintritts wird bei diesem Konzept auf jede Form der Maskenbeatmung verzichtet und unmittelbar intubiert. In einer Situation der

Unmöglichkeit der Intubation ist die kurze Wirkdauer von großem Vorteil für das weitere Atemwegsmanagement. Da Succinylcholin jedoch eine Reihe schwerwiegender Nebenwirkungen wie z.B.: Arrhythmien, Hyperkaliämie oder Erhöhung des intrakraniellen Drucks und Augeninnendruck hervorruft kann und darüber hinaus auch als „Trigger Faktor“ für die maligne Hypothermie gilt, ist der routinemäßige Einsatz mittlerweile in der Diskussion (20, 21).

### 3. Management der Muskulären Relaxierung – Indikationen zum Einsatz und Intensität der Relaxierungstiefe

Der Einsatz der Muskelrelaxantien ist immer dann gerechtfertigt, wenn eine tracheale Intubation zur Atemwegsicherung indiziert ist. Die neuromuskuläre Blockade ermöglicht eine schonende Intubation im Rahmen des Atemwegmanagements und eine bessere Darstellung des Operations situs (17). Vor der Einführung von Muskelrelaxantien in die klinische Praxis 1942 durch Griffith und Johnson wurde die notwendige Muskelrelaxierung durch eine sehr tiefe Narkose (Hypnose) erreicht. Nebenwirkungen waren neben der dadurch bedingten Kreislauf- und Atemdepression oft auch eine Schädigung der Atemwege, insbesondere der Stimmlippen (18, 19). Im Bezug zu der Frage, ob Muskelrelaxantieneinsatz für die tracheale Intubation auch heute noch notwendig ist konnte Mencke et al. in einer klinischen Studie nachweisen, dass eine tracheale Intubation mit Muskelrelaxation als Bestandteil der Narkoseinduktion signifikant im Vergleich zu einer alleinigen tiefen Einleitungshypnose durch Propofol in Verbindung mit einer Opiatisierung weniger postoperative Heiserkeit und Stimmband Spätfolgen ergibt (19). Combes et al. zeigten ebenfalls schon 2007 in einer randomisierten doppelt verblindeten Studie, dass die Intubationsbedingungen entsprechend den „Copenhagen Consensus Conference on Good Clinical Research Practice in Pharmacodynamic Studies of Neuromuscular Blocking Agents“ (20) und der „Intubations Difficulty Scale“ (21) in der Gruppe der muskelrelaxierten Patienten signifikant besser waren. Das Auftreten eines „schwierigen Atemweges“ war reduziert (12 versus 1 %) und es traten auch signifikant weniger Bradykardien und Hypotensionen als Folge der hohen Dosierung der Einleitungsmedikamente auf (12 versus 3%) (22). Eine

„Cochrane Analyse“ aus dem Jahr 2018 hat diesen Zusammenhang nochmals bestätigt (23).

Zusätzlich zur Indikation im Rahmen des Atemwegsmanagements werden die MR zur Optimierung der Darstellung des OP-Feldes und bei bestimmten Operationen auch zur sicheren Vermeidung von willkürlichen Patientenbewegung (z.Bsp. Formen der Augenhintergrundschirurgie) eingesetzt. Hierfür unterscheidet man in der Klinik abgestufte Blockadetiefen. Die intensive oder auch tiefe Relaxierung bei der alle Muskelgruppen der quergestreiften Muskulatur unter Einbeziehung auch des Zwerchfells sicher blockiert sind (100% der Rezeptoren an allen neuromuskulären Endplatten sind blockiert) bezeichnet man als auch Vollrelaxierung (deep block). Eine sogenannte moderate Relaxierung ist erreicht, wenn mehr als ca. 70% der Rezeptoren an den motorischen Endplatten der quergestreiften Muskulatur besetzt sind aber noch nicht 100% und die Muskeln entsprechend ihrer Empfindlichkeit die Fähigkeit zur Reizantwort verlieren (24). Die Empfindlichkeit der Muskelgruppen gegenüber NDMR ist gut untersucht. Die wichtige Muskelgruppe „Zwerchfell“ zeigt dabei die größte Resistenz gegenüber den zur Anwendung kommenden NDMR (25).

Da viele operative Eingriffe länger als die einfache Wirkdauer der MR dauern sind repetitive Gaben des Relaxanz notwendig. Entscheidende Faktoren sind hier zum einen das Muskelrelaxans an sich, mit seiner individuellen Wirkdauer, aber ebenfalls Patientenfaktoren, wie Bsp.: Alter, Vorerkrankungen, genetische Faktoren, Gewicht etc.. Die repetitive Gabe von Muskelrelaxantien anhand klinischer Parameter oder gar nach festen Zeitintervallen kann zu Überdosierungen und einer erhöhten postoperativen residualen Relaxierung führen (18). Weiterhin ist die repetitive Gabe mit einer ständig wechselnden Tiefe des neuromuskulären Blocks verbunden. In Abhängigkeit von der Zielstellung der intraoperativen Relaxierung zur OP-Feldoptimierung kann das kontraproduktiv sein. Die kontinuierliche Gabe des Muskelrelaxans stellt insbesondere beim Konzept der Vollrelaxierung eine Alternative zur intermittierenden Gabe dar (22, 23).

Im Hinblick auf das Risikopotenzial beim Einsatz von Muskelrelaxantien stellt die Restrelaxierung (Postoperative Rest Curarisierung: PORC) die größte Gefahr für den Patienten dar. Neben Unwohlsein bis hin zu Sehstörungen, erhöhen bereits

geringgradige Restblockaden das Risiko einer Obstruktion des oberen Atemwegs, Störungen der pharyngalen Funktion, sowie eine verminderte hypoxische Antwort und somit das Aspirationsrisiko (18).

Unter theoretischen Überlegungen muss entweder der Abstand zwischen der letzten Gabe des Relaxans und der anstehenden Extubation ausreichend groß sein (neuromuskuläre Erholung) oder das Relaxans wird medikamentös an der motorischen Endplatte antagonisiert, durch Gabe indirekt parasymphomimetischer Substanzen um eine Restblockade zu vermeiden. Doch im klinischen Alltag können beide genannten Optionen zu Problemen führen.

Hinsichtlich ihrer Wirkung weisen Muskelrelaxantien hohe interindividuelle Unterschiede auf. Die Wirkdauer ist unter anderem von Alter, Organfunktion (Leber, Niere) Geschlecht, Körpertemperatur, Anästhesieverfahren abhängig (24, 25). In einer Studie wurde gezeigt, dass selbst bei dem NDMR „Atracurium“, das durch eine organunabhängige Hoffmann-Reaktion abgebaut wird, noch 8% der Patienten nach 90 bis 120 min nach einer Einzelgabe noch relevante Restrelaxierungsbefunde aufwiesen (25). Auch wenn eine Operation abrupt endet oder der Operateur eine erneute Relaxation am Ende der Operation verlangt ist es nicht sicher möglich, die spontane neuromuskuläre Erholung in die OP Abläufe sicher zu integrieren. Dabei ist immer in Betracht zu ziehen, dass die Relaxation nur eine Narkosekomponente ist. Im Aufwachraum kann schon eine geringe Einschränkung der muskulären Kompetenz in Verbindung mit einem Anästhetika- oder Opiatüberhang schnell zu einer Bedrohung für den Patienten werden (13, 26, 27).

Das Konzept jeden Patienten, der eine oder mehrere Dosen eines Muskelrelaxans erhalten hat zum Ende einer Operation medikamentös mit indirekten Parasympathomimetika zu antagonisieren hat sich ohne Kontrolle durch ein neuromuskuläres Monitoring ebenfalls nicht bewährt. Schon im Jahr 1979 publizierten Viby-Morgensen et al. Daten einer klinischen Studie, die klar belegten, dass der alleinige Ansatz nach pharmakodynamischen Konzepten die vollständige Erholung des Patienten aus einer Relaxierung vorherzusagen oder jeden Patienten mit einer Standarddosis medikamentös zu antagonisieren nicht erfolgreich sind und zu unerwartet hohen PORC Raten postoperativ führen (28, 29).

Eine Antagonisierung mit indirekten Parasympathomimetika ist auf Grund der Spezifik des Wirkmodus in tiefer Relaxierung nicht möglich. Diese pharmakologische Grenze der Möglichkeit der Aufhebung einer tiefen Relaxierung gilt es in der Klinik zu beachten (8, 9, 30).

Die Möglichkeit der Reversierung auch einer sehr tiefen Relaxierung stellt ein weiteres Konzept der Aufhebung einer Relaxierung medikamentös dar. Hier wird das Relaxans nicht kompetitiv an der motorischen Endplatte verdrängt, sondern „enkapsuliert“ und abtransportiert. Hier ist eine lineare Dosis-Wirkungsbeziehung im präsynaptischen Spalt wirksam. Auch Vollrelaxierungen können unmittelbar vollständig aufgehoben werden. Eine Nachbeobachtung des Patienten bis zur doppelten erwarteten Wirkdauer der NDMR Dosis ist sicher zu stellen. Dieses Verfahren ist jedoch im Vergleich zu den vorher genannten Optionen sehr teuer und hat damit bisher wohl nur sehr begrenzt Eingang in die deutschen Kliniken gefunden (30, 31).

#### 4. Einsatz von MR zur OP-Feld Darstellung im interdisziplinären Diskurs

Immer wieder wird interdisziplinär zwischen Chirurgen und Anästhesisten der Einsatz der Muskelrelaxantien zur adäquaten Optimierung des Operationssitus thematisiert. Anästhesisten sind trainiert, nur bedarfsgerecht zur Intubation und als Ergänzung zur adäquaten Narkosetiefe der Allgemeinanästhesie zu relaxieren. Der Abstand zwischen letzter Relaxansgabe und dem erwarteten OP-Ende sollte so groß wie möglich sein. Dann könnte man wohl gut ohne ergänzendes Monitoring und medikamentöse Antagonisierung ein PORC vermeiden. Das ist genau der Stand des Wissens etwa der 60iger Jahre (28).

Operateure sehen in einer tiefst möglichen Relaxierung einen deutlichen Vorteil für die Darstellung des Operativen Situs und/oder die Ruhigstellung des Operationsfelds. Insbesondere für Ärzte in der chirurgischen Ausbildung ist die optimale OP-Situs Darstellung und die verlässliche Kondition einer Ruhigstellung von großer Bedeutung. Es gibt bis heute aber wenig bis keinen Evidence, dass das Management der Muskelrelaxation einen direkten Einfluss auf das Operative Ergebnis oder relevante Komplikationen hatte (38-41). Wie immer zwischen Operateur und Anästhesist das

Konzept zur Relaxierungstiefe beschrieben wird, es darf auf keinen Fall zu einer Zunahme der Inzidenz von PORC führen (42).

Wesentliche Inhalte von Standards zum Einsatz der Muskelrelaxierung könnten folgende Fragestellungen sein:

1. Bei welchen Operationsentitäten ist die Muskelrelaxation als spezifische Komponenten einer Allgemeinanästhesie indiziert?
2. Wie lange während des Operationsverlaufes muss die Muskelrelaxation im Kontext mit dem Operativen Eingriff aufrechterhalten werden – Eingriffsspezifische Standards?
3. Wie tief muss die muskuläre Blockade sein, um optimale Bedingungen für den Operativen Eingriff zu sichern (Moderate versus Vollrelaxation) – Eingriffsspezifische Standards?
4. Welche Substanz ist für den individuellen Patienten und den geplanten Eingriff anzuwenden?

## 5. Neuromuskuläres Monitoring und Vermeidung von Restblockaden

Um die Wirkung der Muskelrelaxantien genauer einschätzen zu können und somit sicherer mit ihnen umzugehen, stellten vor über 40 Jahren Christie und Churchill-Davidson den ersten Nervenstimulator für die intraoperative Überwachung der neuromuskulären Blockade vor (17). Die Relaxometrie als Neuromuskuläres Monitoring (NMM) überwacht die neuromuskuläre Reizübertragung an der motorischen Endplatte beim Einsatz von MR. Die Antwort eines bestimmten Muskels auf die elektrische Stimulation am zugehörigen Nerven wird gemessen. Die Reizantwort wird visuell oder taktil erfasst (sog. Qualitatives neuromuskuläres Monitoring) bzw. objektiv gemessen (sog. Quantitatives neuromuskuläres Monitoring). Mittels verschiedener Stimulations- und Messmuster kann so auf den Grad der muskulären Relaxierung geschlossen werden. Die am häufigsten zum neuromuskulären Monitoring verwendete Nerv-Muskel-Einheit ist der N. ulnaris / M. adductor pollicis. Die Positionierung der Klebeelektroden erfolgt entlang dem medialen Unterarm palmar nah am Handgelenk. Die Reizantwort besteht

in einer Adduktion des Daumens. Weitere klinisch anwendbare Gefäß-Nerven-Einheiten sind

- ▶ Nervus tibialis posterior / Musculus flexor hallucis brevis,
- ▶ Nervus facialis / Musculus orbicularis oculi sowie
- ▶ Nervus. facialis / Musculus corrugator supercilli (18).

Um das gesamte Spektrum der neuromuskulären Blockadetiefe erfassen zu können, sind mindestens zwei verschiedene Stimulationsmodi nötig. Die „Train-Of-Four“ (TOF) Stimulation, bestehend aus 4 aufeinanderfolgenden Einzelreizen innerhalb von 2 Sekunden ist das Standardstimulationsmuster um den Zustand der Restrelaxierung gut von der vollständigen Relaxierung zu differenzieren. Zur Beurteilung der Reizantwort wird das Verhältnis der letzten Reizantwort (Stimulation Nummer 4) zur ersten Reizantwort (Stimulation Nummer 1) errechnet und in der Regel als [%] oder der Reziprok von 1 angegeben. Ein Ergebnis von  $> 90$  [%] oder  $> 0,9$  gilt dabei als sichere Erholung von der muskulären Blockade (18, 30, 32). Dies hat bis heute Eingang in die einschlägige Literatur gefunden. Die POPULAR Studie konnte jedoch in den sehr umfangreichen Daten von über 20000 Patienten nicht bestätigen, dass die Anwendung des Grenzwertes von einer TOF Ratio von  $>0,9$  die postoperative Komplikationsrate für pulmonale Komplikationen reduziert. Die Daten der POPULAR Studie wurden von Blobner et al. in einer „Post hoc Analyse“ weiter unterteilt und es zeigte sich ein klinisch relevanter Grenzwert von einer TOF Ratio  $> 0,95$  als hinreichend (33). Diese Ergebnisse bedürfen einer weiterführenden Diskussion zur Bedeutung und Umsetzung in der klinischen Anwendung.

Der „Post-Tetanic-Count“ (PTC) als Stimulationsmuster wird im Verlauf einer Operation angewendet. Das Stimulationsmuster besteht aus einem Tetanus über 5 Sekunden gefolgt von einer Stimulationspause von 3 Sekunden und 10-20 Einzelreizen (34). Mit diesem Stimulationsmuster kann man auch bei bereits vollständiger Relaxierung der wesentlichen Muskelgruppen der peripheren quergestreiften Muskulatur in der TOF Testung noch untersuchen, ob die Blockadetiefe noch weiter zu steigern ist, um sicher

das Zwerchfell ebenfalls zu relaxieren. Damit steht ein Monitoring Verfahren zur Verfügung um auch das Konzept einer sicheren tiefen Relaxierung zu überwachen (35).

Das als historisch zu bezeichnende Stimulationsmuster: DBS (Double Burst Stimulation) ist heute in der Klinik nicht mehr als Standardverfahren angesehen. Dieses Verfahren wurde von Viby-Morgensen et al. entwickelt, um die Sensitivität zum Auffinden neuromuskulärer Restblockaden bei taktiler oder visueller Beurteilung (TOF-Wert) zu erhöhen (36). Es unterstützte die Beurteilung eines qualitativen TOF Monitorings. Das Muster setzt sich dabei aus ca. 250-Hz-Salven (burst) mit einem Intervall von 750 ms zusammen. Die einzelnen Reize einer Salve verschmelzen dabei zu einer Muskelkontraktion. So ist es möglich TOF Antworten noch unterhalb der sicheren Beurteilbarkeit zu überprüfen.

Mit den „klassischen“ einfachen Nervenstimulatoren ist lediglich eine visuelle oder taktile Beurteilung der Reizantwort des entsprechenden Muskels möglich. Nach heutigen Maßstäben sind diese Verfahren zum intraoperativen Nachdosieren von Muskelrelaxantien vollkommen ausreichend. Zur Beurteilung einer ausreichenden neuromuskulären Erholung zu Operationsende hingegen sind sie ebenso wie klinische Parameter ungeeignet (18).

Grundsätzlich muss vor der Narkoseausleitung einer Intubationsnarkose und damit Extubation die muskuläre Erholung nachweisbar sichergestellt sein. Das gelingt valide nur mit quantitativem neuromuskulärem Monitoring.(34). Während inzwischen das Relaxometer von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin als Empfehlung für die Mindestanforderung an die apparative Ausstattung eines Anästhesie Arbeitsplatzes vorgibt („Verfügbarkeit zeitnah“), ist das Verfahren trotzdem nicht in einer Leitlinie als Standard vor einer Extubation vorgeschrieben (3).

### [Ergebnisse zur Anwendungswirklichkeit von MR im klinischen Alltag](#)

Seit dem Jahr 2000 wurden 2 umfassende epidemiologische Studien in Deutschland zur Situation der Anwendung von Muskelrelaxantien und der Verwendung des Neuromuskulären Monitorings in Deutschland durchgeführt (37, 38). Als Methode diente in den genannten 2 Untersuchungen eine Fragebogen-Aktion papiergebunden unter Deutschen Anästhesisten. Im Jahr 2000 wurde ausgehend von der Technischen

Universität München im Rahmen einer Promotionsarbeit eine papiergebundene Deutschlandweite Umfrage zum Thema „Anwendung von Muskelrelaxantien“ organisiert (38). Der Hintergrund der Umfrage wurde in der sich dynamisch entwickelnden klinischen Wirklichkeit gesehen, die zu vielfältigen neuen Konzepten der Allgemeinanästhesie führte, ohne dass es eine „Lehrmeinung“ gäbe. Zur damaligen Zeit wurde die Larynxmaske als Alternative zur endotrachealen Intubation eingeführt, neue Muskelrelaxantien mit verändertem pharmakodynamischen und pharmakologischen Profil wie Cis-Atracurium und Vecuronium waren in der Klinik angekommen und natürlich wurde über den Einsatz von Succinylcholin zur RSI diskutiert (38). Es wurden 2.996 Fragebogen an die Leiter deutscher Anästhesieabteilungen und freier Anästhesiepraxen versendet. In diesen Fragebogen wurde nach den Häufigkeiten der verwendeten Muskelrelaxantien, nach deren Anwendungsweise und nach dem neuromuskulären Monitoring gefragt (39).

Basierend auf diesen Ergebnissen wurde zur Überprüfung der Ergebnisse ebenfalls eine papiergebundene Deutschlandweite Umfrage unter Anästhesisten aus den Kliniken und den Praxen durchgeführt. Im Februar 2005 wurden erneut insgesamt 3260 Erhebungsbögen an die Leiter deutscher Anästhesieabteilungen und freier Anästhesiepraxen geschickt. Der Erhebungsbogen enthielt 7 Abschnitte und war mit dem des Jahres 2000 nahezu identisch. Mit dem Erhebungsbogen sollten sowohl die Anwendungsgewohnheiten für den Gebrauch von Muskelrelaxantien/neuromuskulärem Monitoring erfragt werden, aber es sollte auch aus diesen Angaben auf mögliche Einflüsse auf die jeweiligen Anwendungsgewohnheiten geschlossen werden (37).

Die Rücklaufquoten beider papiergebundenen Umfragen lagen bei ca. 65%. Das war eine sehr hohe Beteiligung. Neben den spezifischen Ergebnissen zu den Fragekomplexen war es besonders bemerkenswert, dass noch im Jahr 2005 rund 12% der Deutschen Krankenhäuser angab, dass es in der Klinik keine technische Ausstattung zum NMM gibt. In der Umfrage in 2000 wurde angegeben, dass (61,3%) der Anästhesieeinrichtungen in Deutschland weniger als ein Fünftel der Arbeitsplätze mit einem neuromuskulären Monitoring ausgestattet hatten.

Im Jahr 2010 wurde organisiert durch die Europäische Anästhesie Fachgesellschaft (ESA) und US-amerikanische Anästhesisten die Mitglieder der amerikanischen „Aneesthesia Patient Safety Foundation (APSF)“ und die ESA Mitglieder per Email und durch Anzeigenschaltung in Zeitschriften zu einer „web basierten“ Umfrage zum „Aktuellen Stand des Managements der Muskelrelaxierung und der Vermeidung eines PORC“ eingeladen. Auf den Home Pages der Fachgesellschaften war der Fragebogen dann für mehr als 6 Wochen abrufbar. Die ESA verschickte an ihre Europäischen Mitglieder 5604 Emails. 844 Anästhesisten beantworteten den Fragebogen. Daraus errechnet sich eine Rücklaufquote von 15%. (40). Im Jahr 2008 in dieser Europaweiten Erhebung gaben ca 25% der Anästhesisten an, dass Sie am Arbeitsplatz weder über ein quantitatives noch über ein qualitatives NMM verfügen (40). Insgesamt ergab der Survey erhebliche Unterschiede im Grad der technischen Ausstattung (qualitatives versus quantitatives NMM) und der Bewertung des Einsatzes pharmakologischer Konzepte zur Vermeidung von PORC zwischen den beiden Kulturräumen. Zusammengefasst kommentieren die Autoren, dass es trotz der beachtlichen Anzahl an Forschungsbemühungen zu den Fragestellungen des Managements des Einsatzes der Muskelrelaxantien und der verfügbaren wissenschaftlichen Literatur erhebliche Unsicherheiten und Unverständnis für diverse Aspekte dieser Aufgabe verbleiben (40).

## Zielstellung

Hat die Entwicklung innerhalb der Operativen Medizin im Zeitraum von 15 Jahren seit dem letzten Deutschen Survey zu einer Veränderung des Managements der Anwendung von Muskelrelaxantien im Rahmen von Allgemeinanästhesien und endotrachealer Intubation geführt?

Diese Veränderungen lassen sich folgendermaßen kategorisieren:

- Das Durchschnittsalter der stationär zu operierenden Patienten nimmt weiter zu
- Anteil der laparoskopischen Operationen mit Pneumoperitoneum Anlage haben signifikant anteilig zugenommen
- Qualitätssicherungs-Module in der Operativen Medizin sind bereits in mehreren OP-Entitäten (z.Bsp. laparoskopische gynäkologische Operationen im kleinen Becken mit iatrogenen Verletzungen von Organen - § 137, SGB V) eingezogen
- Operative Fachgesellschaften fordern Standards in der Narkoseführung im Rahmen von Qualitätsverbesserungsinitiativen wie z.Bsp: ERAS (Enhanced Recovery after Surgery)
- Der Einsatz von „robotic Laparoskopie Systemen“ nimmt kontinuierlich zu
- Die Substanz Sugammadex ist seit 2008 klinisch in Deutschland verfügbar und damit steht ein zweites pharmakologisches Konzept zur Aufhebung einer Muskelrelaxierung zur Verfügung

Dazu ist ein erneuter Deutscher Survey unter Leitenden Krankenhausärzten und Praxisinhabern durchzuführen. Die Möglichkeit von Veränderungen im klinischen Alltag sind durch eine Erweiterung der Inhalte der Umfrage von 2005 abzufragen. Neben den allgemeinen Angaben zu den Strukturen der Einrichtungen der teilnehmenden Leitenden Ärzte und Praxisinhaber werden folgende Themen adressiert:

- Hat sich die Verfügbarkeit des neuromuskulären Monitorings (NMM) in der Klinik verbessert?

- Gibt es Änderungen im Management bei der Intubation ohne Aspirationsgefahr bei Erwachsenen?
- Gibt es Änderungen im Management bei der „rapid sequence induction“ bei Erwachsenen?
- Ist die Nutzung des Neuromuskulären Monitorings in der Klinik intensiviert?
- Welche Formen der Steuerung der Repetitionsdosen des MR bei intraoperativer Relaxierung finden Anwendung?
- Findet das Konzept „deep block“ (tiefe Relaxierung, TOF 0, PTC 2-3) bei laparoskopischen Operationen und einer OP-Dauer > ca. 90 Min. als spezifisches Management der Muskelrelaxierung Anwendung?
- Welche Möglichkeiten zur Vermeidung von postoperativer Restcurarisierung finden in der klinischen Routine Anwendung?
- Hat die Substanz Sugammadex als Revisor von Muskelrelaxantien Verbreitung im klinischen Einsatz gefunden?

# Method

## 1. Fragebogen

Ein Fragebogen wurde verfasst, um eine schriftliche Befragung der Leiter von Anästhesiekliniken durchzuführen. Die Entscheidung, den Fragebogen so zu gestalten, dass je Klinik nur der verantwortliche Leiter antwortet, trägt der Überlegung Rechnung, dass die Fragen sehr intensiv die Strukturqualität der Kliniken abbilden. Dabei ist die tatsächliche Anwendungswirklichkeit nicht vollständig miterfassbar.

Die Entwicklung des Fragebogens erfolgte als eine „web basierte Fragematrix“ mit unterschiedlichen Fragekategorien (siehe Anhang 1 – Fragebogen). Die Fragen wurden thematisch in Komplexen zusammengefasst und somit eine Gliederung erzielt. Vor der Veröffentlichung des Fragebogens wurde ein so genannter „Pre-Test“ an zwei kommunalen Kliniken unterschiedlicher Versorgungsstufe unter den Oberärzten der Kliniken (n=25) durchgeführt. Diese waren instruiert, dass sie die Fragen zu den Strukturen der Klinik wie ein Leitender Arzt beantworten sollten. Der Fragebogen wurde als verständlich bewertet und die notwendige Zeit zum Beantworten mit weniger als 10 Minuten angegeben.

Auf der Grundlage des Verzeichnisses Deutscher Krankenhaus-Anästhesie Kliniken und Anästhesie Praxen konnte 1354 Klinikadressen identifiziert werden. Auf Grund der Angaben auf den „home pages“ der Kliniken oder durch telefonische Anfrage konnten 1024 Email Adressen eruiert werden, die der Klinikleitung zuzuordnen waren.

Die Onlinestellung des Fragebogens erfolgte im Oktober 2020. Der Fragebogen wurde als „Online Link“: <https://forms.gle/P8VXDgAHs76m7ViR9> in Form einer Email, an die Leiter der deutschen Anästhesieabteilungen versendet. Insgesamt wurden 1024 KollegInnen mit einem Anschreiben um Teilnahme gebeten. Nach 2 Wochen wurde erneut eine Email, mit einer Erinnerung versandt. Nach 1 weiteren Woche wurde die Umfrage am 9.11.2020, wie bereits angekündigt, beendet und der Link inaktiviert. Das Anschreiben zu der Email-Nachricht ist in der Anlage 1 nachzulesen (Anlage 1).

Der Fragebogen ist in der Anlage 2 angefügt (Anlage 2). Nach dem Erfassen der Strukturdaten der Qualität und Quantität einschließlich der Verfügbarkeit von

neuromuskulären Monitoring zu den antwortenden Abteilungen wurden folgende Schwerpunkte adressiert:

- Intubation ohne Aspirationsgefahr bei Erwachsenen (elektiv, nüchtern und ohne für das Atemwegsmanagement relevante Co-Morbidität)
- rapid sequence induction bei Erwachsenen
- Einsatz des Neuromuskulären Monitorings
- Vermeidung von postoperativer Restcurarisierung und der Verfügbarkeit des Revisors Sugammadex

Für die Fragestellung nach dem neu in die Klinik eingeführten Konzept der Vollrelaxierung zu laparoskopischen Operationen „deep block“ wurde eine OP-Zeitvorgabe von 90 min inkorporiert. Die OP-Dauer als Kriterium soll dabei Operationen definieren, die auf Grund der zeitlichen Komponente eine Wiederholungsgabe des MR erforderlich machen, wenn eine gleichbleibende Relaxierung angestrebt wird und bei denen im Hinblick auf das notwendige Pneumoperitoneum zur Durchführung der Laparoskopie die Patienten am meisten von einem möglichst niedrigen intraperitonealen Druck profitieren könnten.

## 2. Statistische Präsentation

Die Ergebnisse der Befragung wurden in einer Excel Tabelle (Windows Office, Excel 2017) präsentiert. Zur erweiterten Präsentation der Daten kam die Software MedCalc® (MedCalc Software bvba, Ostend Belgium) zur Anwendung. Als statistische Methoden kamen ausschließlich deskriptive Verfahren zum Einsatz. Es wurden Häufigkeiten und prozentuale Verteilungen ermittelt.

Zur Präsentation der Summenanalyse wurden Häufigkeitshistogramme erstellt. Um die Beziehung zwischen Antworten graphisch darzustellen wurden im Rahmen der Korrelationsanalysen nicht normal verteilter Variablen non logarithmische „Scatter Diagramme“ genutzt. Verteilungsdiagramme wurden zum Vergleich von Bereich und Verteilung von Gruppen mit numerischen univariaten Daten angewandt. Zur Darstellung kategorialer Daten im Zusammenhang wurden Häufigkeits-Kreuz Tabellen erstellt. Für keine der Auswertungen wurde ein Signifikanz Niveau definiert und berechnet.

## Ergebnisse:

### 1. Rücklaufquote

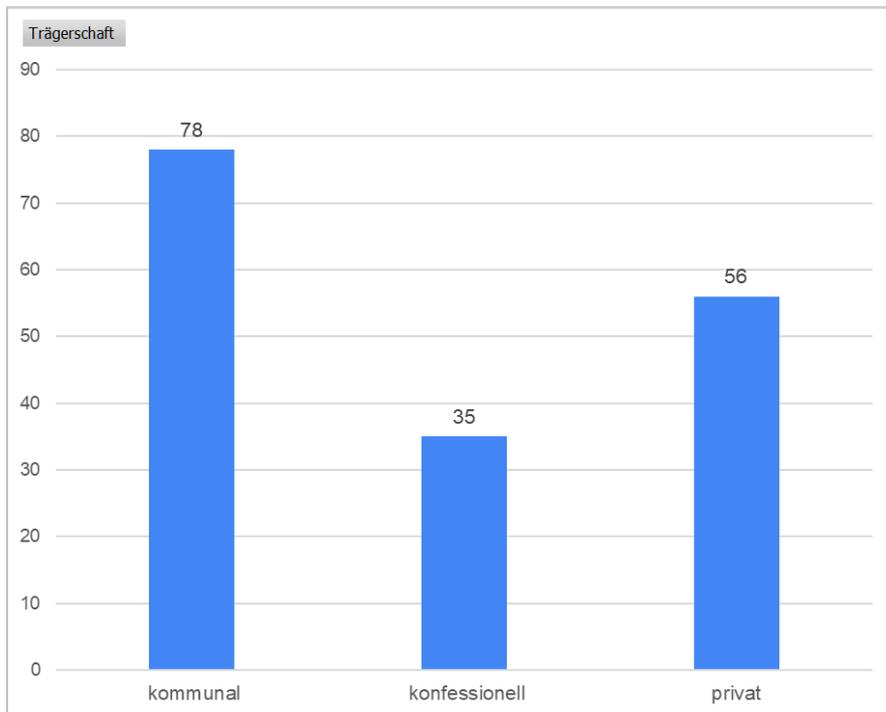
Von den insgesamt 1914 Krankenhäusern im DKG Verzeichnis verblieben nach der Anwendung eines Datenbankfilters „Anästhesie“ noch 1354 Einrichtungen in der Datenbank. Für 1024 Einrichtungen war es möglich eine Email Adresse einem Leitenden Arzt einer Anästhesieklinik als Hauptabteilung oder in 3 Fällen einem Ambulanten OP-Zentrum zuzuordnen. Von diesen 1024 versendeten „Links“ zu den „web basierten“ Fragebögen erhielten wir insgesamt 170 Rückläufer mit ausgefüllten Fragebögen zurück. Dies entspricht einer Gesamt-Rücklaufquote von 16,5%. Nicht alle Antwortenden haben den Fragebogen auf der „web-Seite“ vollständig ausgefüllt. Daher ergibt sich für mehrere Auswertungen eine Gesamtanzahl [n] von kleiner n=170.

3 Fragebögen wurden von Kollegen aus Ambulanzzentren mit Anbindung an einen Krankenhausbetrieb zurückgesandt. Die Fragebögen wurden in die Auswertung der gesamten Fragen einbezogen und nicht weiter gesondert ausgewiesen. Die Fragen insgesamt wurden nicht entsprechend der Kategorie „Ärztliche Tätigkeit als: „Arzt in eigener Praxis oder Leitender Krankenhausarzt“ Fragen ausgewertet. Auf eine unterschiedliche Bewertung zwischen ambulanten Anästhesieeinrichtungen und stationären Einrichtungen wurden entsprechend verzichtet.

### 2. Strukturdaten

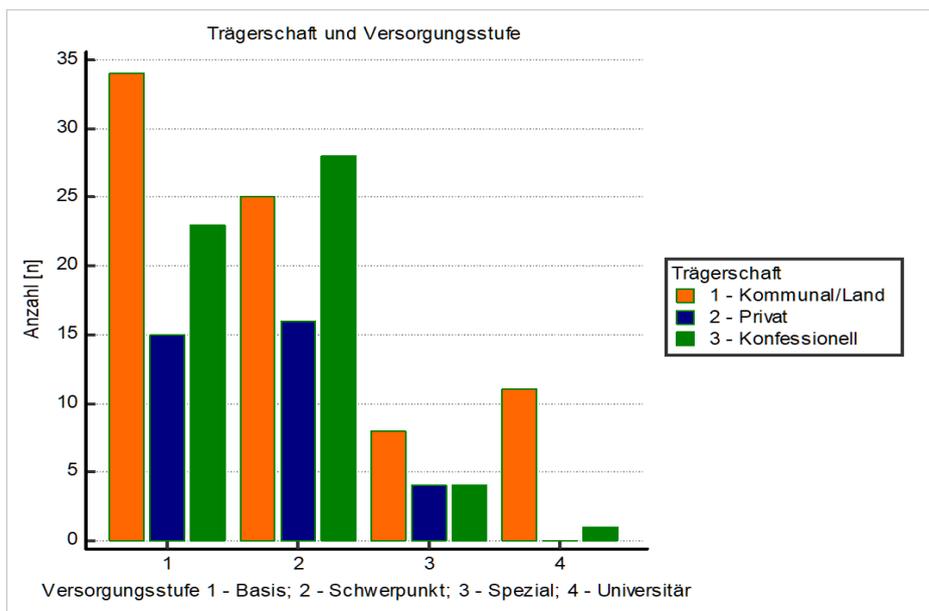
Von den antwortenden Kliniken waren 46,2% [n=78] in Öffentlicher Trägerschaft, 20,7% [n=35] in Privater Trägerschaft und 33,1% [n=56] in Freigemeinnütziger Trägerschaft (Abb. 2). Entsprechend der Deutschen Krankenhaus Gesellschaft war die Verteilung der Trägerschaften der Krankenhäuser im Jahr 2019: 37,2% Privat, 33,8% Freigemeinnützig und nur 29,1% Öffentlich. Die Verteilung der aufgestellten Betten ist demgegenüber 18,4% Privat, 34,2% Freigemeinnützig und 47,4% Öffentlich (41). Die Zusammensetzung der antwortenden Kliniken entspricht damit nicht der „Normalverteilung“ der Trägerschaften der angeschriebenen Kliniken. Dies ist bei der Bewertung von Angaben unter Bezug zur Trägerschaft zu berücksichtigen. In dem vorliegenden Datensatz sind Anästhesieabteilungen in Öffentlicher Trägerschaft übergewichtet im Verhältnis zu

Abteilungen in Privater Trägerschaft. Der Anteil von Antworten aus Krankenhäusern mit Freigemeinnütziger Trägerschaft entspricht der Relation zur Situation in Deutschland.



**Abbildung 2:** Verteilung der Trägerschaft [%] (n=170)

Die Beziehung zwischen der Versorgungsstufe und der Trägerschaft bei den Rückantworten zeigt die Abbildung 2 (Abb. 2).



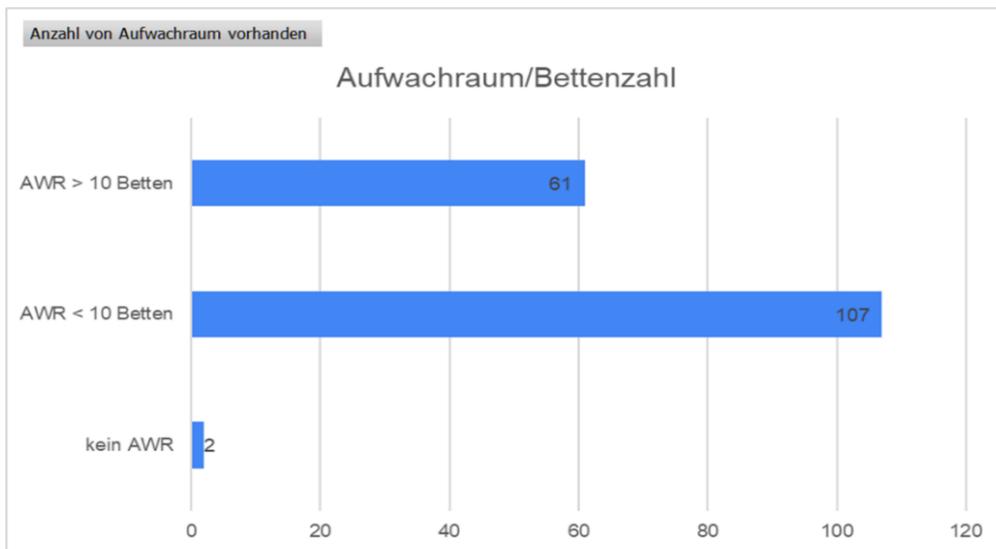
**Abbildung 3:** Verhältnis der Trägerschaften zu den Versorgungsstufen (n=169).

Insgesamt 42,6 % der antwortenden Kliniken sind der Versorgungsstufe „Basis“ zuzuordnen. Zur Versorgungsstufe „Schwerpunkt“ waren 40,8%, der Versorgungsstufe Spezial 9,5% und Universitär 7,1% zu zählen. Die Versorgungsstufen des Fragebogens beziehen sich dabei auf das in Sachsen-Anhalt für die Landes-Krankenhausplanung vorgegebene Konzept. Da die Fragebogenaktion bundesweit durchgeführt wurde, werden nicht alle antwortenden Abteilungen sich in den Kategorien wiedergefunden haben. Dennoch entspricht die Verteilung der Versorgungsstufen unter den antwortenden Kliniken annähernd der Situation von Grund und Regelversorgung (Basisversorgung) und Schwerpunktversorgern sowie Maximalversorgern (Spezial und Universitär) in der Bundesrepublik der letzten Jahre. Die Trägerschaft im Verhältnis zur Versorgungsstufe zeigte unabhängig die Übergewichtung kommunaler Krankenhäuser an der Anzahl der antwortenden Kliniken (Abb.3).

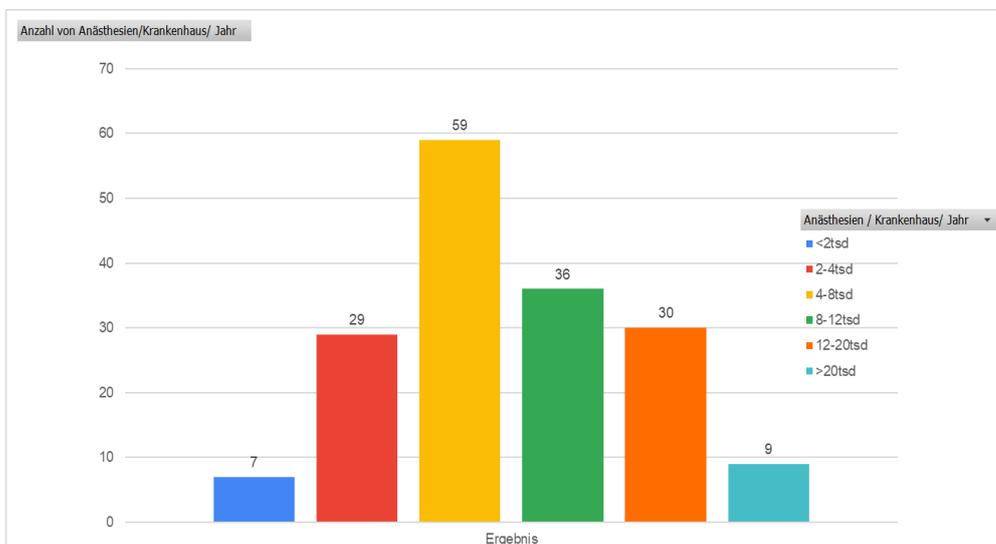
Zur weiteren Charakterisierung der antwortenden Krankenhausabteilungen haben wir im Fragebogen nach der Verfügbarkeit eines Aufwachraumes (Abb. 4), der Anzahl der jährlichen Anästhesien (Abb. 5), dem Anteil der Allgemeinanästhesie (Abb. 6 und dem Anteil der Intubationsnarkosen an der Anzahl der Allgemeinanästhesien gefragt (Abb. 9).

Ein eigenständiger Aufwachraum gehört entsprechend der Antworten zur Ausstattung von Krankenhausabteilungen in Deutschland. 168 Antworten einschließlich der 3 ambulant tätigen Kollegen haben einen AWR in der Struktur bestätigt. Die beiden Abteilungen ohne AWR waren Abteilungen in Krankenhäusern der Spezialversorgung mit einmal weniger als 2tsd. Anästhesien/Jahr und einmal 4 bis 8tsd. Anästhesie/Jahr.

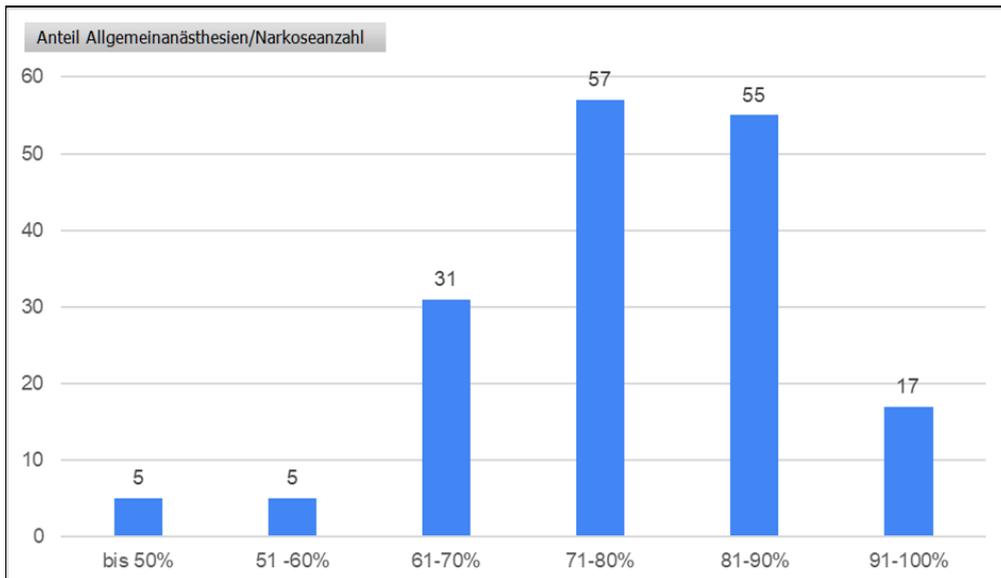
Mehr als 30% der antwortenden Kollegen gaben an, dass die Abteilung zwischen 4 und 8tsd Anästhesien/Jahr durchführt. 21% der Abteilungen leisten 8 bis 12tsd. Anästhesien/Jahr und 17,5% gaben an sogar 12 bis 20tsd Anästhesien/Jahr durchzuführen (Abb.5). Die Dominanz der Allgemeinanästhesie an den Gesamtanästhesieleistungen veranschaulicht die Abbildung 6 (Abb. 6). Nur knapp 6% der Antworten wiesen weniger als 60% Anteil Allgemeinanästhesie auf. Und 10% der Antworten wiesen 91 bis 100% Anteil an Allgemeinanästhesien aus.



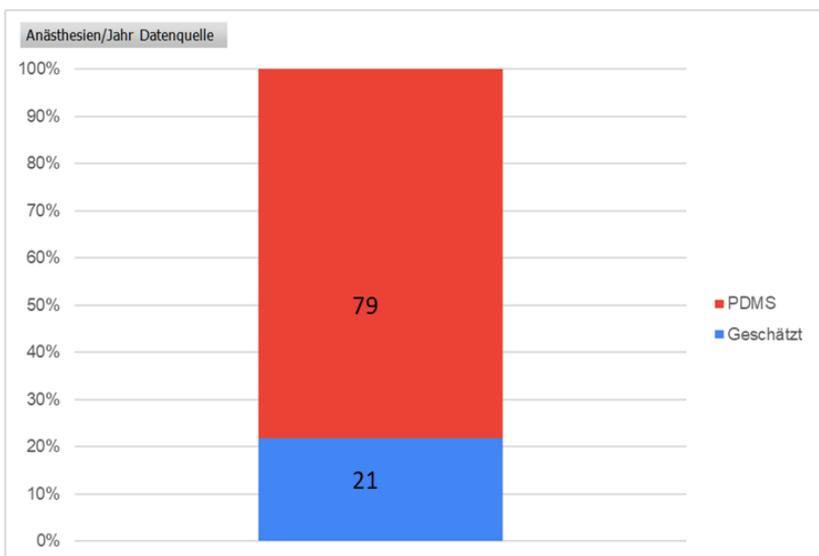
**Abbildung 4:** Aufwachraum nicht vorhanden =1; AWR < 10 Betten = 2; AWR > 10 Betten = 3 [n= 170]



**Abbildung 5:** Anzahl der jährlichen Anästhesien [n= 170]

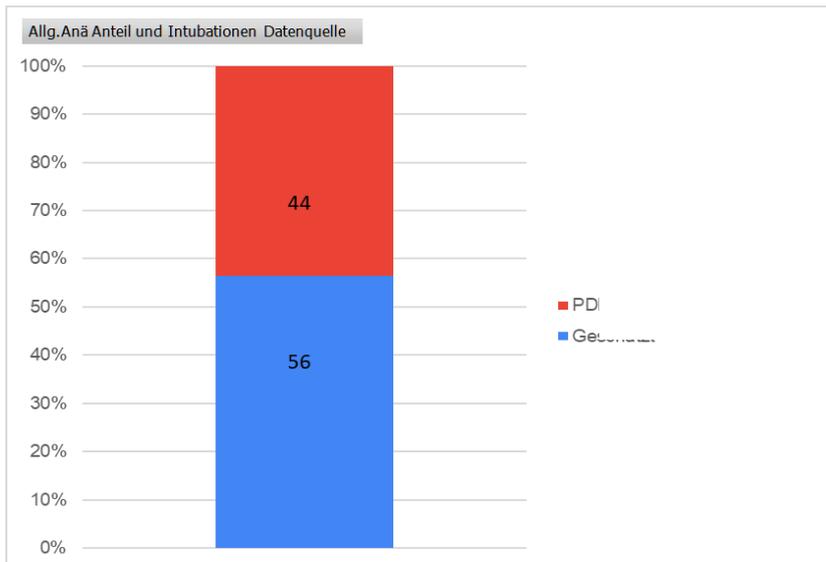


**Abbildung 6:** Anteil von Allgemeinanästhesie/Narkosezahl/Jahr [ n= 170]



**Abbildung 7:** Datengrundlage für Anästhesien/ Jahr [n = 170]

Die Datenquelle für die Leistungszahl: Anästhesien/Jahr stammen mit 79% in der großen Mehrheit der antwortenden Abteilungen aus einem PDMS (Abb. 7). Für die weiteren Strukturdaten wie Anteil von Intubationen an den Allgemeinanästhesien war die Datengrundlage überwiegend die Schätzung mit 56,5% (Abb. 8).



**Abbildung 8:** Datengrundlage für Antworten auf die Fragen nach dem Anteil von Intubationen/Allgemeinanästhesien [n=170]

Die in Abb. 9 angegebenen Zahlen zum Anteil von Intubationsnarkosen an der Gesamtmenge von Allgemeinanästhesien weisen aus, dass über 50% der Antworten einen Anteil von weniger als 60% deklarieren. Dies impliziert, dass zum einen eine erhebliche Diversifikation der Narkosestrategien in den Kliniken durch den Einsatz von supraglottischen Atemwegshilfen und Techniken der Analgosedierung stattgefunden hat und zum anderen, dass im klinischen Alltag eines Anästhesisten die Zahl der Narkosen mit Einsatz von Muskelrelaxantien um diese Leistungsmenge vermindert ist.

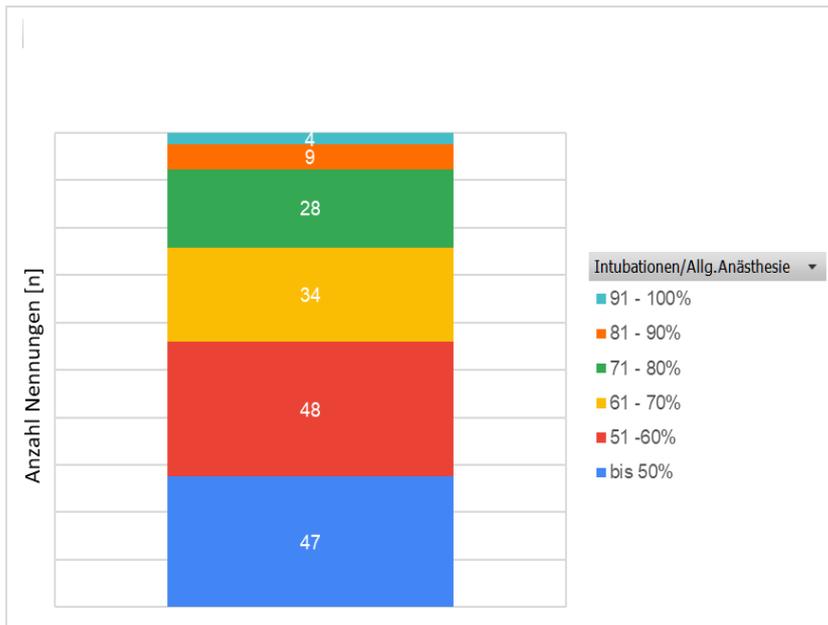


Abbildung 9: Anteil von Intubationsnarkosen an der Gesamtheit der Allgemeinanästhesien [n=170]

### 3. Muskelrelaxantienmanagement und SOP

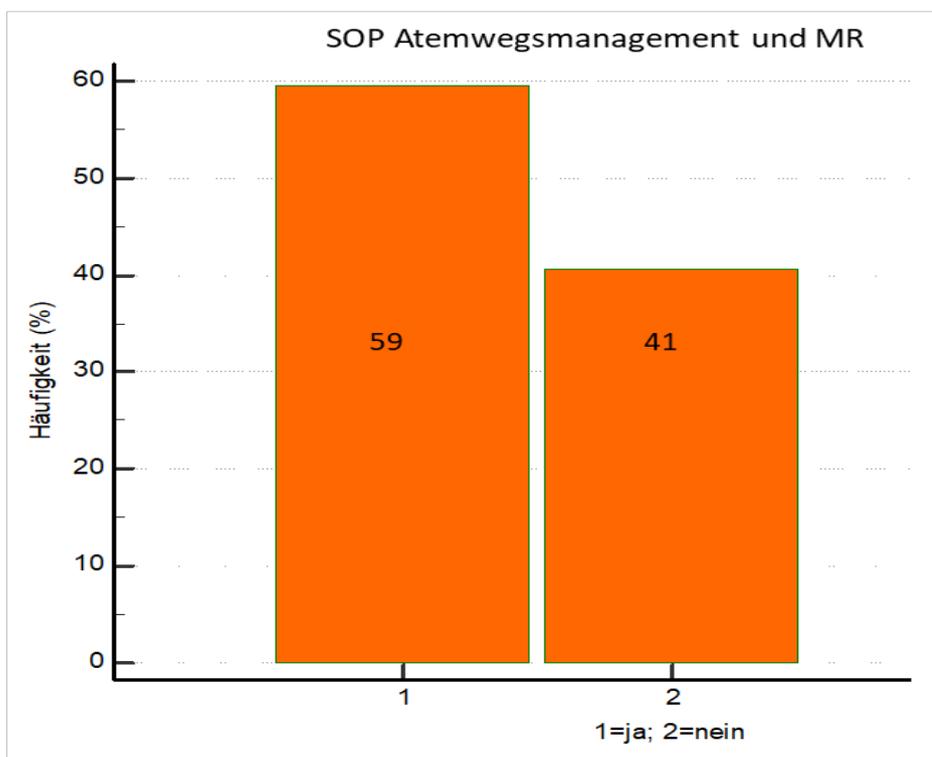
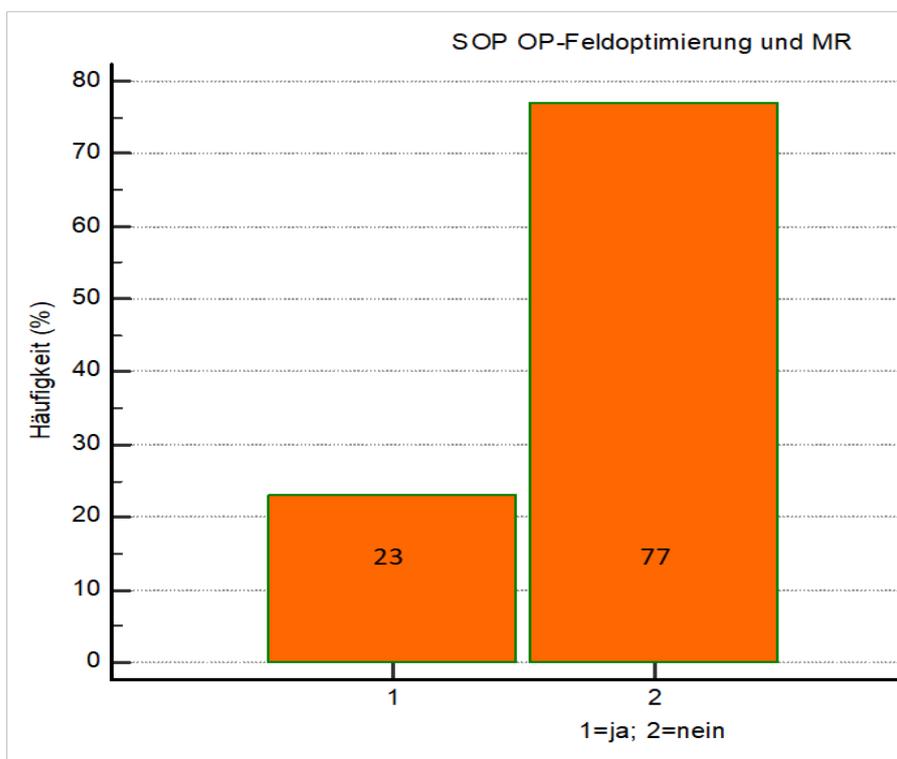


Abbildung 10: Vorhandensein eines SOP für die Abteilung zum Einsatz von

## Muskelrelaxantien (MR) [n=170] in [%]

In den Anästhesieabteilungen, die auf die Umfrage antworteten gaben 59% an, dass es ein SOP zum Muskelrelaxantienmanagements im Rahmen des Atemwegsmanagements gibt (Abb. 10). Die folgenden Fragen im Fragebogen spezifizierten diese Antwort durch weitere Diskriminierung. Auf die Frage nach einem SOP zur OP-Feldoptimierung im Rahmen des Muskelrelaxantienmanagements gaben nur noch 23% der Befragten für ihre Abteilung eine „Ja-Antwort“ (Abb. 11).



**Abbildung 11:** Vorhandensein eines SOP für die Abteilung zur OP-Feldoptimierung [n=170] in [%]

Auf die Frage nach einer SOP zu Vermeidung einer postoperativen Restcurarisierung nach einem Muskelrelaxantieneinsatz gaben 47% der befragten Abteilungen an, ein solches zu haben. Die Frage wurde von 53% verneint (Abb. 12). Insgesamt zeigen diese Antworten, dass bei der Organisation eines Muskelrelaxantienmanagements in den Anästhesieabteilungen der Vermeidung eines PORC nicht die Bedeutung beigemessen

wird wie den weiteren Aspekten des MR Managements. Der Aspekt der OP-Feldoptimierung wird nur bei 23% der Antwortenden als eigenständiges SOP ausgewiesen (Abb. 11). Diese Abstufung der Antworten zeigt die unterschiedliche Priorisierung der Aspekte im Rahmen des MR Managements. Auf der anderen Seite ist es in deutschen Kliniken aktuell immer noch nicht verpflichtend, die Standards, Empfehlungen oder sogar Richtlinien der Patientenbehandlung schriftlich in Form von SOP zu hinterlegen.

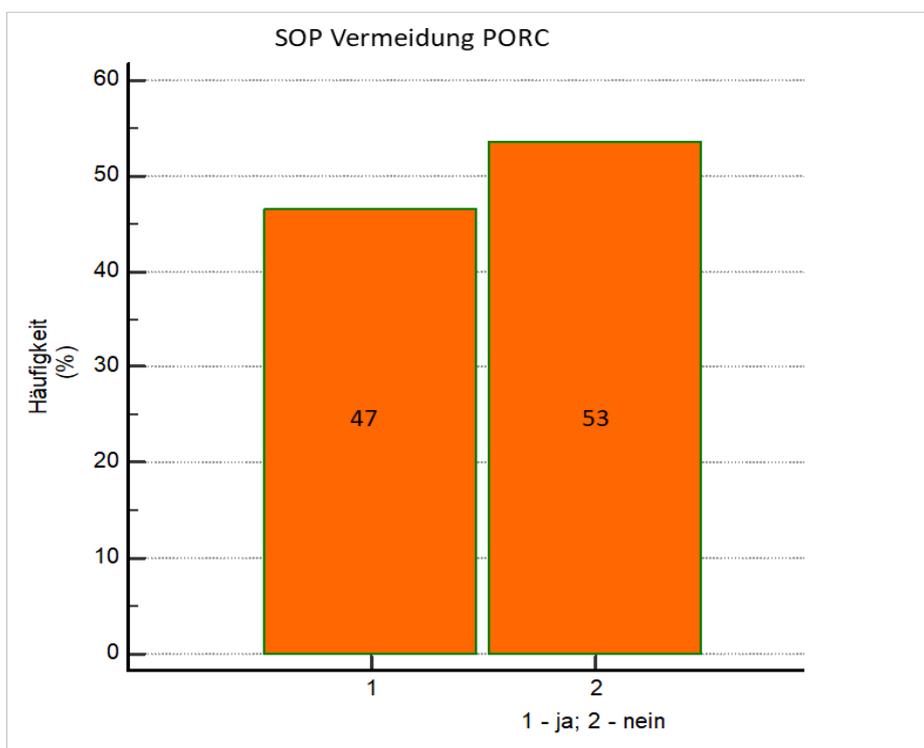
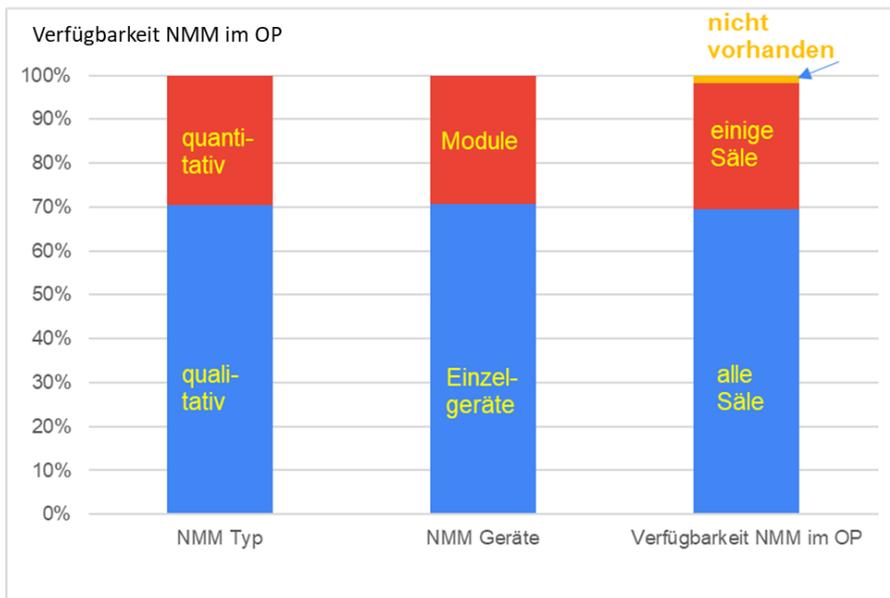


Abbildung 12: Vorhandensein einer SOP für die Abteilung zur Vermeidung von postoperativer Restcurarisierung (PORC) [n=170] in [%].

#### 4. Verfügbarkeit neuromuskuläres Monitoring (NMM) im OP und Aufwachraum

Von den 170 Antworten zu den Fragen nach der technischen Ausstattung zum neuromuskulärem Monitoring gaben 118 Abteilungen an, in allen OP-Sälen NMM zur Verfügung zu haben (69,5%). 49 Abteilungen wiesen aus, dass es NMM nur in einigen

OP-Sälen gibt und 3 Abteilungen (1,75%) gaben an, kein NMM in den OP-Sälen präsent zu haben (Abb. 13).



**Abbildung 13:** Arbeitsplatzausstattung mit Neuromuskulärem Monitoring im OP (NMM) [%]

Zu der Frage nach dem möglichen Messverfahren zum NMM gaben 30% der Abteilungen an, dass sie die Möglichkeit zur quantitativen Messung haben. 70% der Abteilungen gaben an ausschließlich qualitativ das NMM zu beurteilen. Damit erfüllen sie nicht die Voraussetzungen um eine TOF-Ratio entsprechend den anerkannten Vorgaben zum Ausschluss einer bestehenden Restcurarisierung messen zu können (Abb. 13).

In den Aufwächrräumen ergab sich folgendes Bild. 10 Abteilungen haben an jedem Bettplatz ein Gerät zum NMM zur Verfügung (ca. 6%). 77 Abteilungen haben die Möglichkeit an einzelnen Bettplätzen zu monitoren (45%) und bei 83 (49%) der Antwortenden ist im AWR kein NMM zur Verfügung. Von den Abteilungen mit der Möglichkeit zum NMM auch im AWR gaben 68% an mit Einzelgeräten zu messen und 10% haben an den Monitoren Module für das NMM und der Rest gab eine gemischte Ausstattung an. Etwa 72% der Abteilungen mit einem NMM im AWR geben an auch quantitativ den Grad der muskulären Relaxierung messen zu können. Damit erfüllen sie technisch die Voraussetzungen um eine TOF-Ratio entsprechend den Vorgaben zum

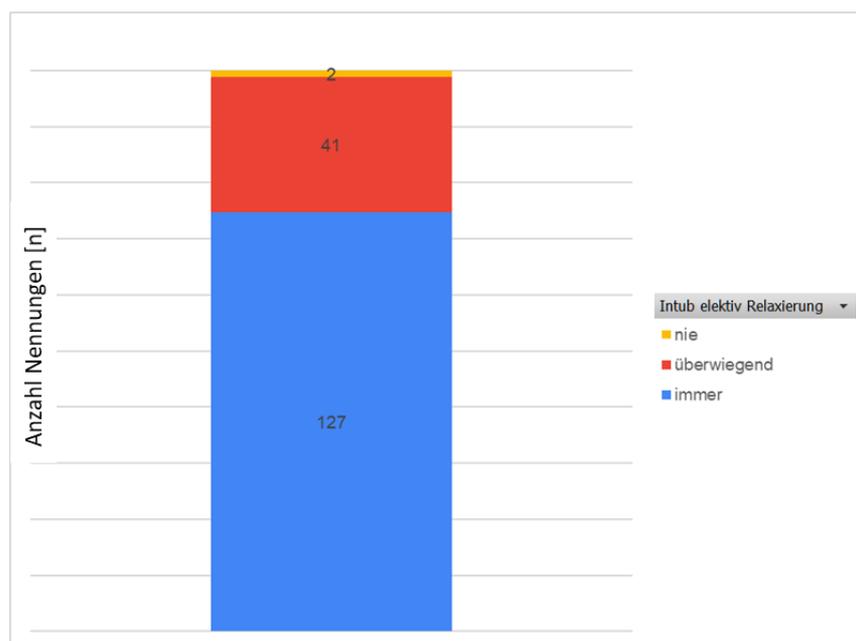
Ausschluss einer bestehenden Restcurarisierung messen zu können.

## 5. Intubation Erwachsene (elektiv, nüchtern und ohne für das Atemwegsmanagement relevante Co-Morbidität)

Zu dem Bereich „Elektive Intubation“ gab es im Fragebogen 4 Unterfragen mit der Zielstellung herauszuarbeiten:

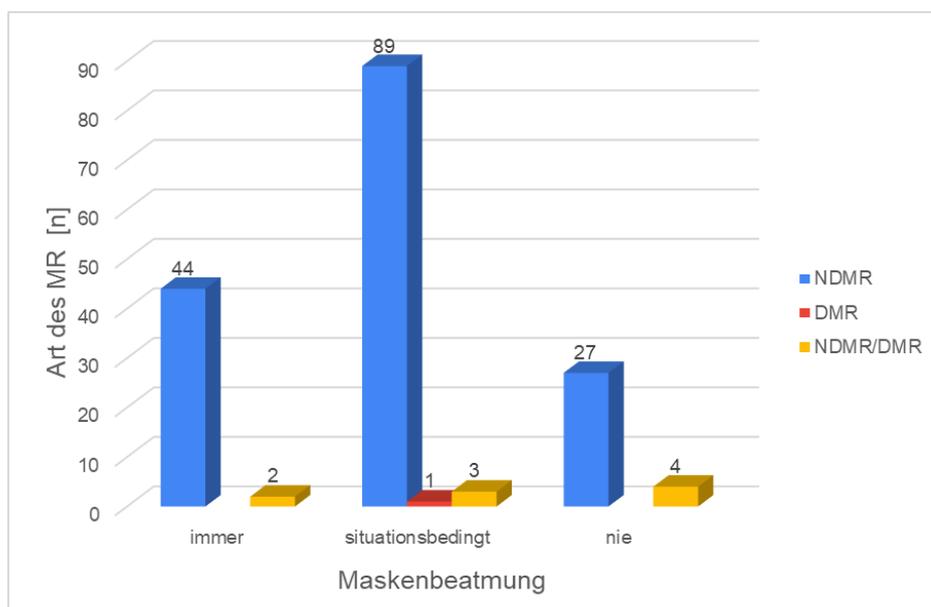
1. Wird zur elektiven Intubation relaxiert?
2. Wenn ja mit welcher Art von MR?
3. Wird vor der Gabe des MR bei geplanter Intubation bei elektiven Patienten eine kontrollierte Maskenbeatmung vorangestellt?
4. Welche aktuell verfügbaren MR kommen überwiegend zum Einsatz?
5. Grund für die Präferenz von MR?

75% der Befragten gaben an, dass sie immer zur elektiven Intubation relaxieren. 2 der 170 Antwortenden (1,2%) immerhin antworteten, dass sie nie relaxieren zur geplanten Intubation und 24% gaben an, überwiegend zu relaxieren (Abb. 14)



**Abbildung 14:** Relaxierung zur Intubation bei elektiven Patienten [n=170]

In der Abbildung 15 werden die beiden Aspekte der Art des verwendeten MR und die Anwendung der kontrollierten Maskenbeatmung vor der Gabe des MR im Zusammenhang dargestellt (Abb. 15). 27% gaben an immer vor der Gabe eines MR eine kontrollierte Maskenbeatmung beim nüchternen Patienten einzusetzen. 93 (55%) Kollegen gaben an, dass sie situationsbedingt entscheiden, ob sie eine Maskenbeatmung vor dem MR durchführen. 18% der Antworten wiesen aus, dass die kontrollierte Maskenbeatmung keine Anwendung mehr findet. Der Einsatz von NDMR liegt bei weit über 90% entsprechend der dargestellten Realität in den antwortenden Abteilungen (Abb. 15). Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass die kontrollierte Maskenbeatmung vor der Verabreichung eines mittel lang bis lang wirksamen NDMR nicht mehr der überwiegende Standard ist. Diese verbindliche Vorgabe halten nur noch rund 30% der Kollegen für angebracht.



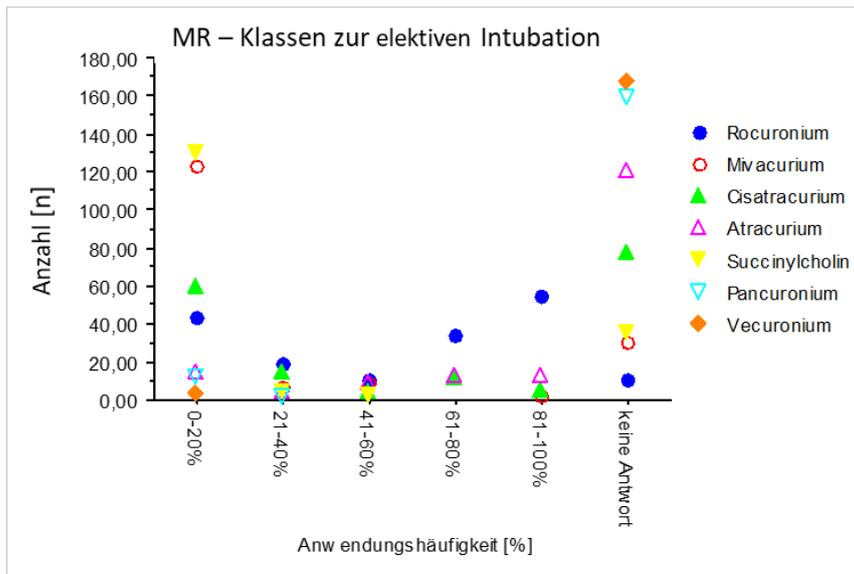
**Abbildung 15:** Art des verwendeten MR und die Anwendung der kontrollierten Maskenbeatmung vor der Gabe des MR [n=170]

Die Tabelle 3 veranschaulicht die Antworten zu der Häufigkeit der aktuellen MR zur Intubation von nüchternen Patienten im Rahmen der elektiven Chirurgie.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Angaben zu der Art der verwendeten MR Intubation nüchterner Patient als Anzahl von insgesamt 170 Abteilungen [n=170]

	Rocu- ronium	Mivacu- rium	Cisatracu- rium	Atracu- rium	Succinyl- cholin	Pancu- ronium	Vecu- ronium
keine Antwort	10	30	77	120	35	158	167
0-20%	43	123	59	14	129	11	3
21-40%	19	7	14	4	4	1	0
41-60%	10	8	4	8	2	0	0
61-80%	34	0	11	12	0	0	0
81- 100%	54	2	5	12	0	0	0

Abb. 16 veranschaulicht die Angaben der Tabelle 3. Das MR Rocuronium dominiert beim Einsatz zur Intubation nüchterner Patienten und hat damit die Substanzen Atracurium und Cisatracurium verdrängt auch wenn man diese beiden Substanzen auf Grund ihrer chemischen Eigenschaften als eine gemeinsame Entität (Benzylisocholine) betrachtet.



**Abbildung 16:** Angaben zu den verwendeten MR und den Häufigkeitsklassen [n=170]

Die Angaben zu den Kriterien zur Auswahl des verwendeten Relaxans zeigt Abbildung 17 (Abb. 17). Über 75% der Antwortenden machen die pharmakokinetischen Eigenschaften der unterschiedlichen Muskelrelaxantien hier geltend. Mögliche Nebenwirkungen, Kostenaspekte oder Vorgaben durch den Träger spielen bei der Wahl scheinbar eine untergeordnete Rolle.

Interessant ist bei dieser Aussage, dass die kurz wirksamen Muskelrelaxantien Succinylcholin und Mivacurium jeweils von annähernd 75% der Befragten als Intubationsrelaxanz mit einer Häufigkeit zwischen 0 bis 20% angegeben werden. Daraus lässt sich ableiten, dass ca. 20% der Allgemeinanästhesien in Intubation in den befragten Krankenhäusern nur eine kurze Dauer von weniger als der Wirkdauer der mittellang wirkenden MR haben ( $DUR_{25} < 20$  min). Das häufigste verwendete mittellang wirkende Relaxanz ( $DUR_{25}$  25 – 50 min) noch vor Cis-Atracurium und Atracurium ist in dieser Umfrage das Rocuronium (Abb. 16). Pancuronium und Vecuronium spielen faktisch keine Rolle mehr (Tab. 3).

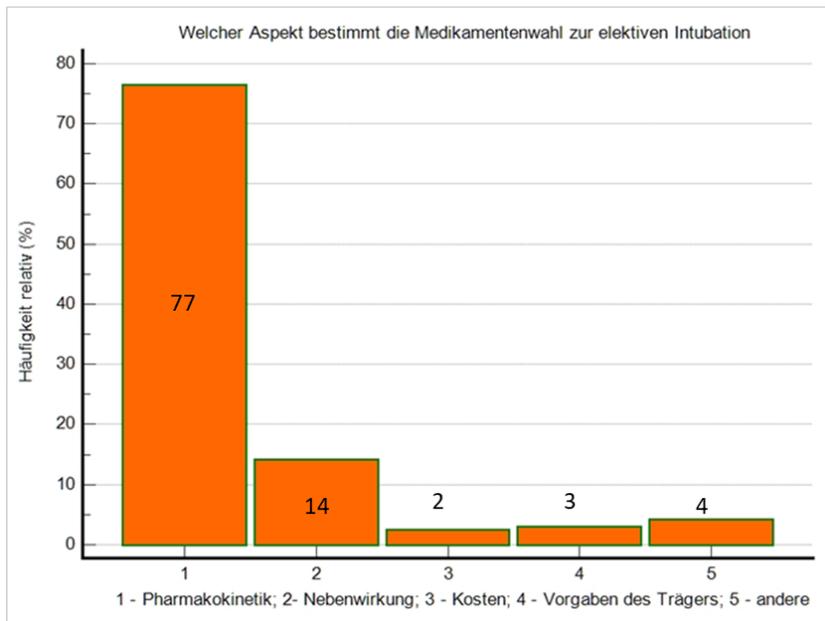
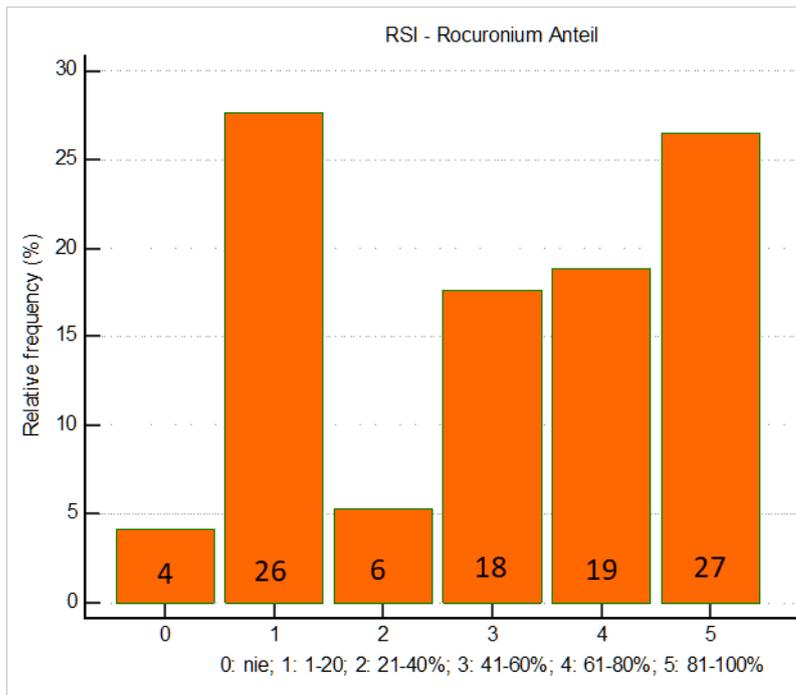


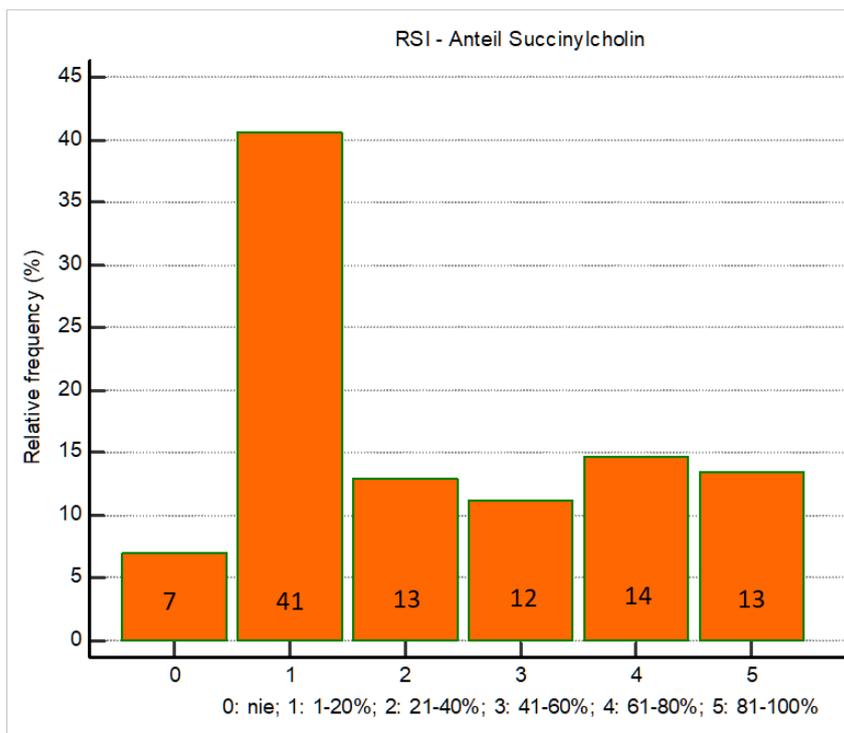
Abbildung 17: Aspekte für Medikamentenwahl Intubation elektiv [n=170]

## 6. „Rapid Sequence Induction“ bei Erwachsenen

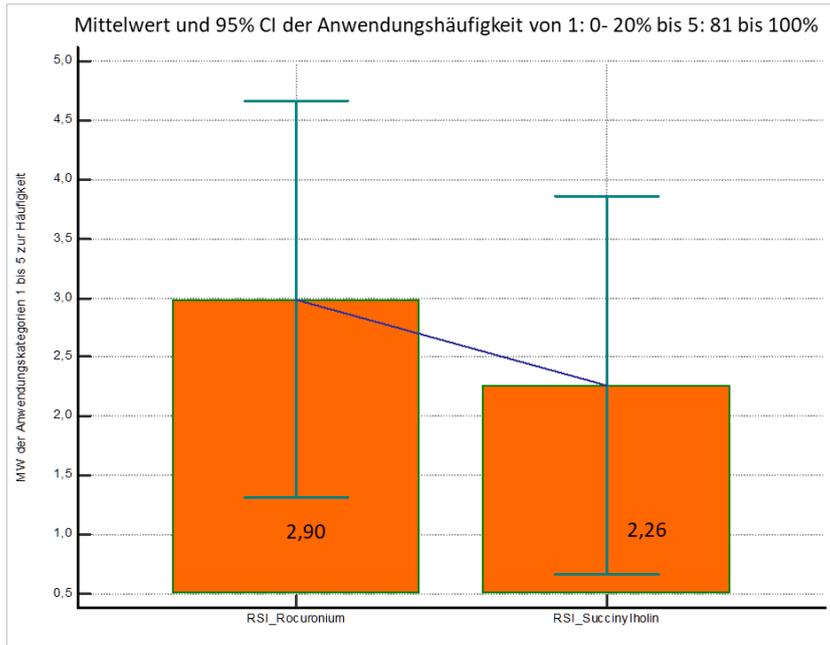
Die Anästhesie Abteilungen wurden hier gefragt wie oft sie entweder Succinylcholin oder Rocuronium zur RSI verwenden. Die Antworten sind in 5 Häufigkeitsgruppen als nominale Daten ausgewiesen (Abb. 18 und 19). Tatsächlich hat Rocuronium das MR Succinylcholin vom Platz 1 verdrängt. In der Abbildung 19 wird der Mittelwert für die Häufigkeitsgruppen der beiden Substanzen in der Anwendung zur RSI gezeigt. Mit einem Mittelwert von 2,9 ist Rocuronium das häufigste verwendete MR (Abb. 20). Succinylcholin kommt nur auf einen Gruppenmittelwert von 2,26. Diese Angaben werden in ihrer Validität allerdings eingeschränkt., da nur 10% der Antwortenden angaben, diese Zahlen aus einem PDMS ableiten zu können (Abb. 21).



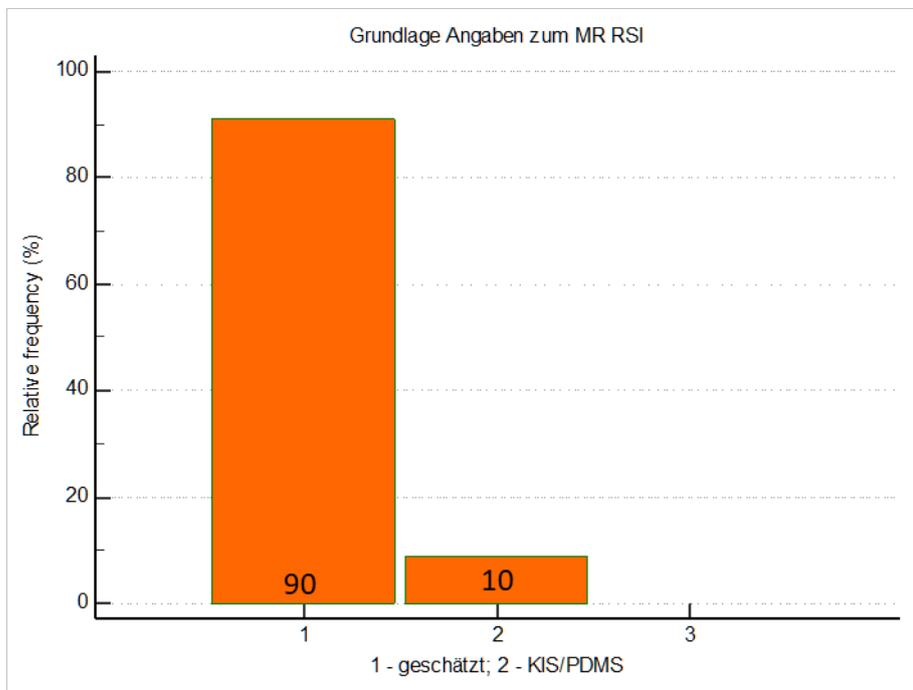
**Abbildung 18:** Rocuronium zur RSI relative Häufigkeiten [n=170]



**Abbildung 19.:** Succinylcholin zur RSI relative Häufigkeiten [n=170]



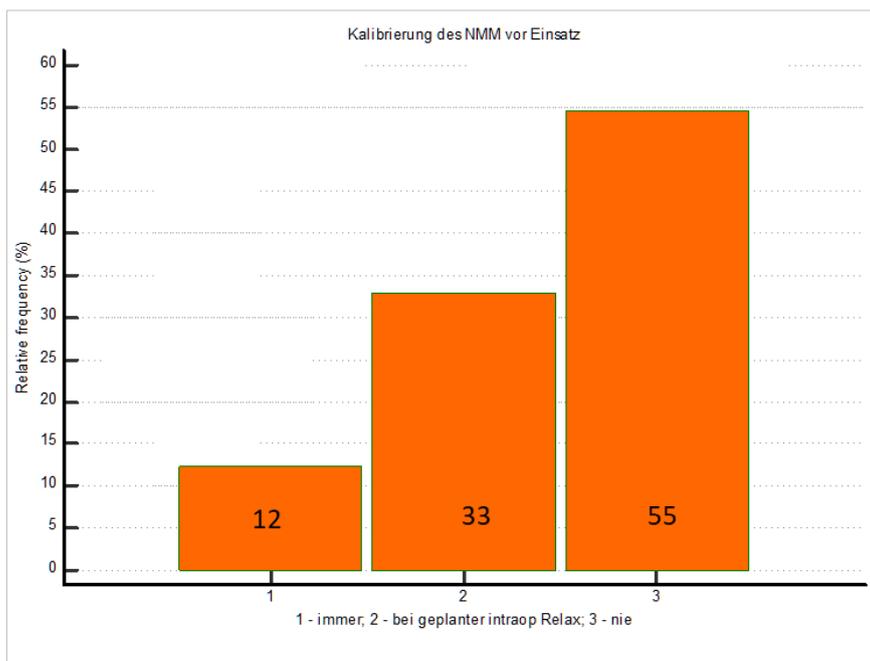
**Abbildung 20:** Mittelwertvergleich ( $\pm 0,25$ ) bezogen auf die Häufigkeitsgruppen „MR zur RSI“ [n=170]



**Abbildung 21:** Auf welcher Grundlage machen Sie die Angaben MR RSI [n=170]

## 7. Einsatz des Neuromuskulären Monitorings

Die erste Frage in diesem Themenkomplex bezog sich auf die klinische Realität bei den Anwendern des NMM. Das eine Kalibrierung vor der ersten Gabe eines MR eine sinnvolle Maßnahme ist, um die Validität der Messung zu dokumentieren ist allgemein anerkannt. Aber im klinischen Ablauf wird das Monitoring oft erst am Patienten appliziert, wenn der Patient bereits intubiert ist und somit schon eine Dosis eines Relaxans erhalten hat. Dann ist eine Kalibrierung nicht mehr möglich. Dieser Ablauf erklärt, dass über die Hälfte der Anwender von NMM keine Kalibrierung durchführt. 33% der Befragten geben an, wenn eine weitere intraoperative Relaxierung geplant ist auch das NMM vor Einsatz von MR zu kalibrieren. Etwa 12% der Antwortenden bestätigen, immer vor der Gabe eines MR ein NMM zu kalibrieren (Abb. 22).



**Abbildung 22:** Kalibrierung des NMM vor Verabreichung eines Muskelrelaxans [n=170]

Zur Frage nach welchen Kriterien eine Folgebildung eines Muskelrelaxans nach der Erstgabe gesteuert wird waren als Antwort 5 Kategorien vorgegeben:

**1:** nach NMM; **2:** nach Klinischen Zeichen; **3:** nach festen Zeitintervallen; **4:** nach Rückmeldung Operateur; **5:** andere (Anlage 2: Fragebogen)

Da es ermöglicht war Mehrfachnennung zu tätigen ergaben sich schließlich zu den 5 Kategorien (1 bis 5) noch 11 weitere Antwortmuster als eigenständige Kategorie:

**6:** NMM plus Klinische Zeichen; **7:** NMM plus Klinische Zeichen plus Rückmeldung Operateur; **8:** Klinische Zeichen plus Rückmeldung Operateur; **9:** Rückmeldung Operateur plus feste Zeitintervalle; **10:** NMM plus feste Zeitintervalle; **11:** NMM plus Rückmeldung Operateur; **12:** Klinische Zeichen plus feste Zeitintervalle; **13:** NMM plus Rückmeldung Operateur plus Klinische Zeichen plus feste Zeitintervalle; **14:** NMM plus Rückmeldung Operateur plus feste Zeitintervalle; **15:** Rückmeldung Operateur plus Klinische Zeichen plus feste Zeitintervalle; **16:** NMM plus Rückmeldung Operateur plus „andere“

Tabelle 4 zeigt die absoluten Anzahlen der entstandenen Antwortkategorien bezogen auf die 170 Antwortenden. 22% der Befragten geben an, dass Sie ausschließlich nach den Messwerten des NMM steuern (Kriterium 1). Rund 9% geben an ausschließlich nach klinischen Zeichen nachzurelaxieren (Kriterium 2) und knapp 5% steuern ausschließlich nach „festen Zeitintervallen“ oder „Operateur Rückmeldung“ (Kriterien 3 und 5) (Tabelle 4).

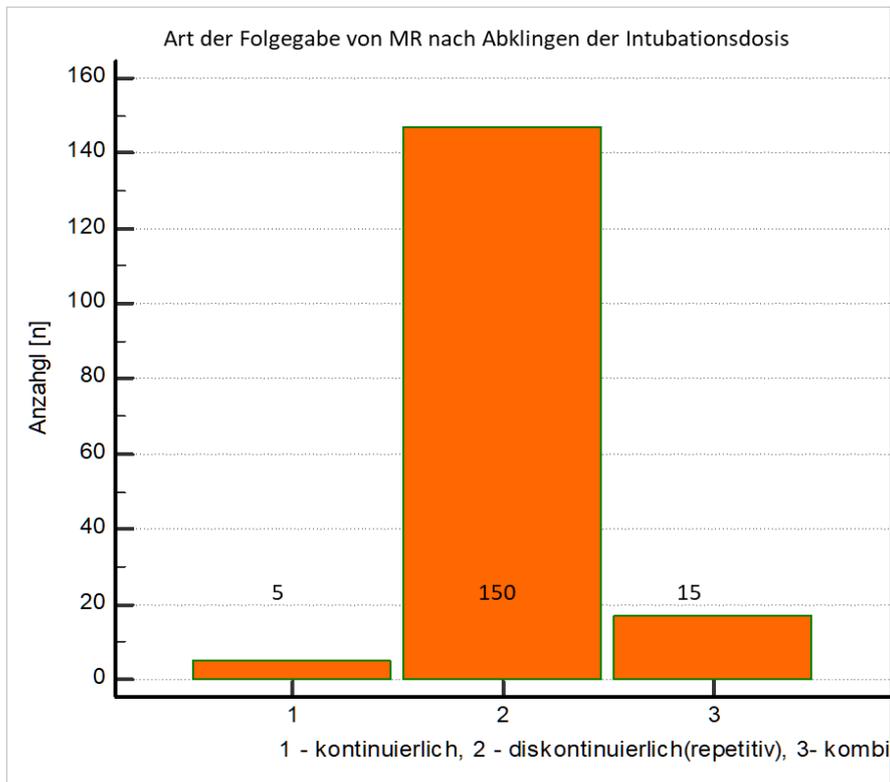
Tabelle 4: Häufigkeitsverteilung der Antworten zu den Kriterien (einfach oder mehrfach Nennung) der Nachrelaxierung [n = 170]

<u>Kriterien</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>
<u>Anzahl [n]</u>	36	15	2	5	0	16	59	12	0	0	14	1	5	2	2	1

Die häufigste Antwort kam zur Kategorie 7 mit 59 Rückmeldungen, dies entspricht 35%.

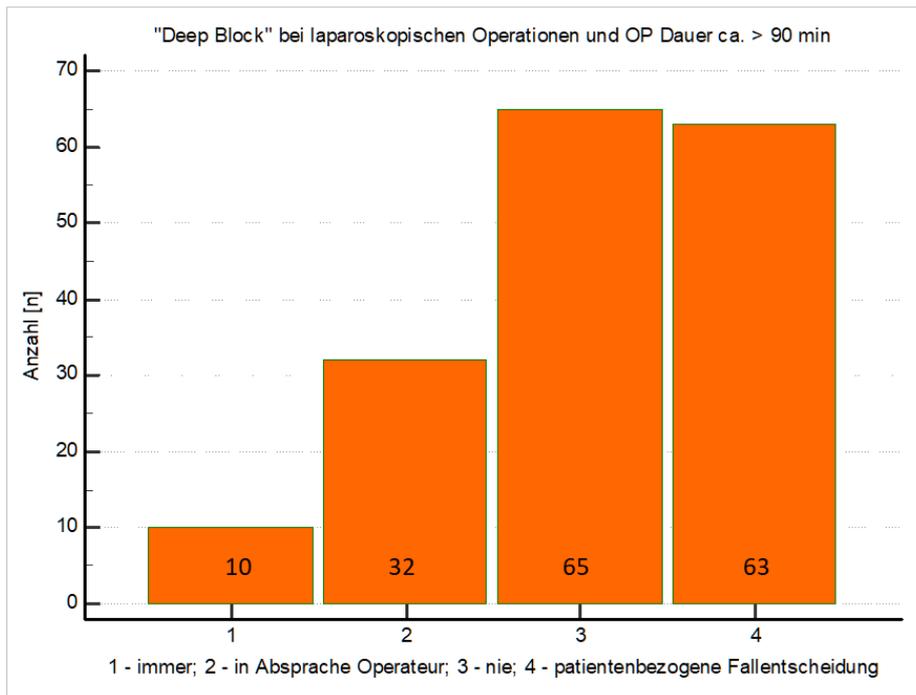
Die Abbildung 23 zeigt die Antworten nach der Art der Verabreichung einer wiederholten Gabe von Muskelrelaxantien (Abb.23). Hier wird deutlich, dass die alleinige kontinuierliche Gabe und die kombinierte kontinuierliche Gabe plus Repetitionsdosen mit ca. 12% der Antworten keine wirkliche Verbreitung in der

klinischen Routine gefunden haben. Über 90% der Antwortenden tätigen eine Wiederholungsgabe von Muskelrelaxantien als Bolus-Gabe.



**Abbildung 23:** Applikationsart für Folgegaben eines MR bei intraoperativer Relaxierung [n=170]

Eine weitere Frage zielte auf die Anwendungsrealität zum Konzept des „deep block“ oder entsprechend der aktuelleren Terminologie auch „optimized block“ genannt. Gefragt wurde ob das Verfahren (tiefe Relaxierung, TOF = 0, PTC maximal 2 – 3 Reizantworten) bei laparoskopischen Operationen mit einer erwarteten OP-Dauer von mehr als 90 min angewendet wird (Abb. 24).



**Abbildung 24:** „deep block“ bei Laparoskopien mit Dauer > 90 min [n=170]

38% der Antwortenden gaben an, dass sie niemals dieses Konzept des Muskelrelaxantienmanagements bei laparoskopischen Operationen einsetzen. Damit haben über 60% der antwortenden Abteilungen bereits Erfahrungen mit dem Konzept. Eine Korrelation zwischen der Versorgungsstufe und der Anwendung von „deep block“ gab es mit  $r=0,04$  nicht nachzuweisen.

Zu der Frage nach dem Stimulationsmuster zur Steuerung eines „deep blocks“ (Wenn ja, welches Stimulationsmuster verwenden Sie zur Steuerung?) hätten nach der vorhergehenden Antwort nur 109 Antworten (62 %) kommen dürfen. Da muss die Fragestellung missverständlich gewesen sein. Es haben alle 170 Antwortenden eine Auswahl getroffen.

31 Antwortende (18%) gaben allerdings an, keines der genannten Stimulationsmuster zu verwenden. Und 63 (37%) Antwortende gaben an, dass sie den TOF einsetzen, was per Definitionem für die Steuerung des „deep blocks“ als alleiniges Verfahren nicht ausreichend ist. Somit addiert sich die Zahl der Antworten ohne Bezug zum Konzept „deep block“ auf 55% und liegt damit höher als die ca. 40% Verneinung zu der Frage

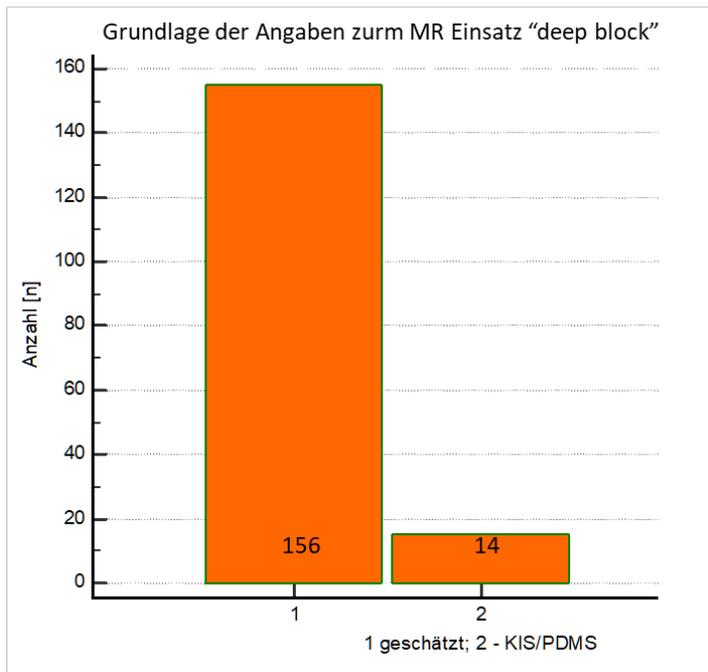
nach einem „deep block“ als eingesetztes Verfahren. 70 Antwortende gaben an, dass sie das kombinierte Verfahren TOF und PTC zur Steuerung verwenden (41%). So muss aus den Antworten zu den Fragen nach dem Einsatz von „deep block“ und dem verwendeten Stimulationsmuster wohl die Aussagen dahingehend interpretiert werden, dass für das Szenario der abgefragten Laparoskopischen Operationen mit einer erwarteten OP-Dauer von größer 90 Minuten die Verbreitung annähernd bei 50% der Anästhesieabteilungen liegt.

Die im Fragebogen nun folgende Frage zielte auf die Anwendungsentscheidungen zum verwendeten Muskelrelaxans bei laparoskopischen Operationen. In der Tabelle 5 ist die Gesamtantworten Übersicht wiedergegeben (Tab. 5). Das MR Rocuronium hat hier ganz eindeutig die höchste Anwendungshäufigkeit.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Angaben zur Häufigkeit der verwendeten MR „deep block“ als Anzahl von insgesamt 170 Abteilungen [n=170]

	<b>Rocuro- nium</b>	<b>Mivacu- rium</b>	<b>Cisatracu- rium</b>	<b>Atracu- rium</b>	<b>Succinyl- cholin</b>	<b>Pancuro- nium</b>	<b>Vecuro- nium</b>
<b>keine Antwort</b>	25	92	95	128	123	162	166
<b>0-20%</b>	38	65	41	12	43	5	2
<b>21-40%</b>	14	7	10	4	2	2	1
<b>41-60%</b>	11	3	6	3	1	1	1
<b>61-80%</b>	23	2	12	12	1	0	0
<b>81-100%</b>	59	1	6	11	0	0	0

In der Abbildung 25 wird wiederum die Datenquelle abgebildet (Abb. 25



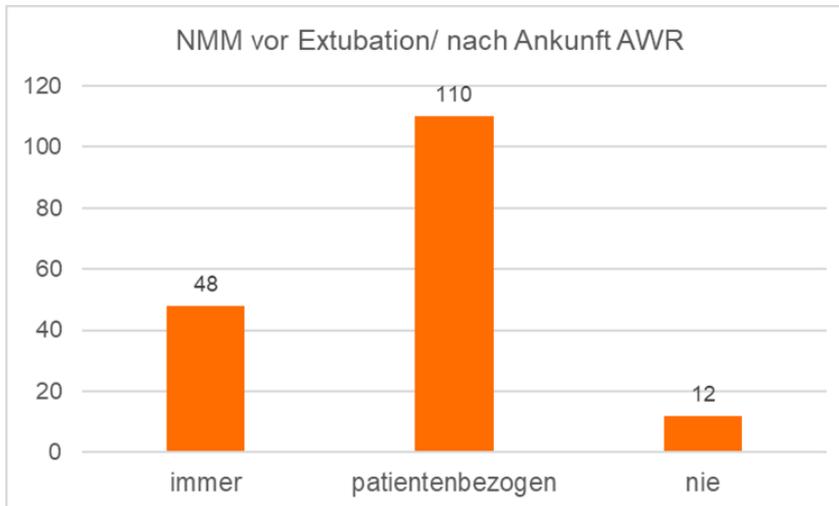
**Abbildung 25:** Auf welcher Grundlage machen Sie die Angaben MR Laparoskopische Eingriffe > 90 min [n=170]

In Entsprechung der Angaben zu der vorhergehenden Frage nach der Datenquelle für Angaben zu den Medikamenten einer Narkose haben erneut nur etwa 8% der Befragten die Daten aus einer Datenbank zur Verfügung (Abb.25).

## 8. Vermeidung von postoperativer Restcurarisierung

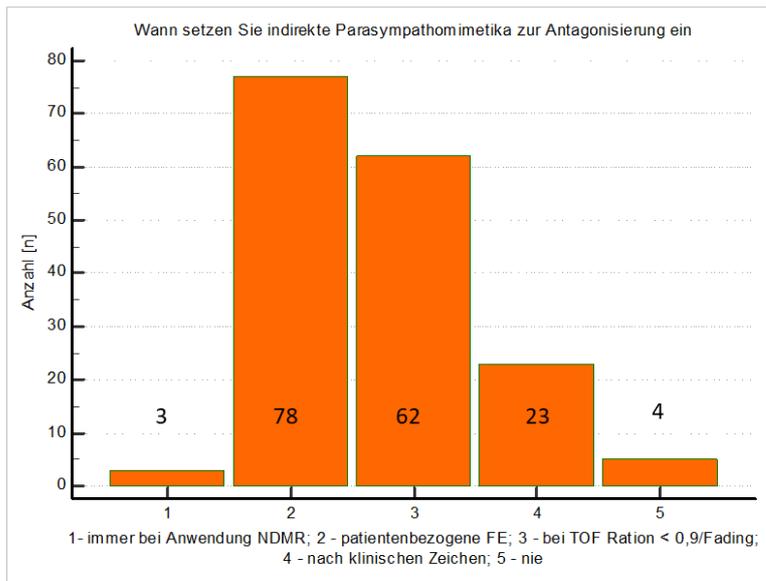
Ob ein NMM vor oder nach der Extubation eingesetzt wird, um zu objektivieren, dass die neuromuskuläre Erholung vollständig ist, war eine weitere Frage. 28% der Antwortenden geben an, dass in ihren Abteilungen –immer-eine Form eines NMM vor der Extubation eingesetzt wird. Auf der anderen Seite geben 7% an, dies –nie- zu tun. Die vierte vorgegebene Antwort Kategorie mit einer Antworthäufigkeit von 65% der – „patientenabhängigen Fallentscheidung“ - gibt einen Hinweis darauf, dass es keinen Standard zu dieser Entscheidung im Ablauf einer Vollnarkose mit endotrachealer Intubation und Einsatz von MR in der Abteilung gibt. Da jedoch annähernd 60% der Antwortenden ein abteilungsspezifisches SOP zum Einsatz von MR angegeben hatten, würde die Erwartung sein, dass auch 60% der Antwortenden die Frage nach dem Einsatz

einer Form des NMM vor der Extubation mit –„immer“– beantwortet hätten (Abb. 26). Nach der Ankunft im AWR das NMM einzusetzen wurde von keinem Antwortenden angegeben.

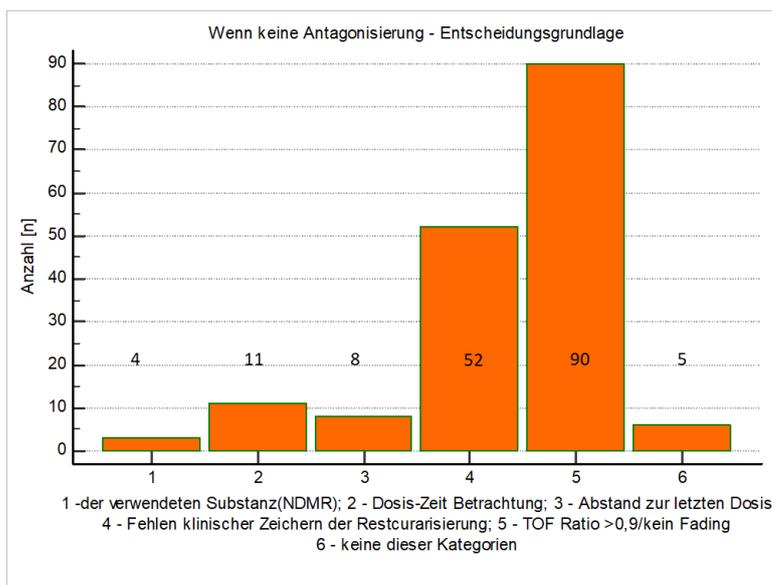


**Abbildung 26:** Antworten zur Frage nach Einsatz von NMM vor einer geplanten Extubation oder nach Ankunft im Aufwachraum [n=170]

Die Möglichkeit unter bestimmten Voraussetzungen mit Medikamenten der Klasse der Parasympathomimetika eine noch vorhandene Restwirkung von MR zu antagonisieren, ist ein etabliertes Konzept. Abbildung 27 stellt die Antworten nach der Frage der Anwendungsentscheidung nach 5 Kategorien dar (Abb. 27). Von den Antworten waren 3% mit der Aussage: „nie“ und 13 % gaben an nach „klinischen Zeichen“ die Entscheidung zum Einsatz von Antagonisten zu treffen. Mit der Verwendung des Neuromonitorings und dem wissenschaftlich anerkannten „cut off“ von TOF Ratio = 0,9 verbinden 36,5% der Antwortenden die Anwendung. 1,75% sagen „immer“. Und mit der Antwort „patientenbezogene Fallentscheidung“ warteten 46% auf (Abb. 27). Die Kategorie „patientenbezogene Fallentscheidung“ in Alternative zu „TOF Ratio < 0,9/Fading“ ist dahingehend zu interpretieren, dass die 46% Antworten mit den 13% Antworten „klinische Zeichen“ und den 3% Antworten „nie“ zusammen zu bewerten sind (62%) als nicht standardisiertes Nutzen einer Form des NMM vor einer Extubationsentscheidung. Hier werden Operationsverlauf kontextsensitive Umstände wie Art der Medikamentengabe, Pharmakokinetik, klinische Zeichen eventuell in Verbindung mit NMM Überprüfung zur Entscheidung genutzt.



**Abbildung 27:** Parasympathomimetika zur Antagonisierung nach Einsatz von MR [n=170]



**Abbildung 28:** Entscheidungsgrundlage, wenn keine Antagonisierung [n=170]

In der folgenden Frage sollten die Gründe angegeben werden, wenn man keine Antagonisierung nach der Anwendung von NDMR durchführt. Die Abbildung 28 stellt die Antworten entsprechend den vorgegebenen 6 Antwortkategorien dar (Abb.28). 53% der Befragten geben hier an die Entscheidungsgrundlage in dem Ergebnis des neuromuskulären Monitorings zu begründen. 31% beziehen sich auf klinische Zeichen der Restrelaxierung und die verbleibenden Antworten ca. 15% geben an vorwiegend

nach pharmakodynamischen Überlegungen sich für oder gegen Antagonisierung zu entscheiden.

Beide Fragen beziehen sich auf die im Ergebnis gleiche Fragestellung – ob der Patient antagonisiert wird. Die Rationale wird im positiven Fall, also etwas aktiv zu tun, mit ca. 40% auf der Grundlage des NMM angegeben und im negativen Fall, also etwas zu unterlassen nur mit ca. 50% auf der Grundlage des NMM begründet.

In dieser Umfrage zum Management der muskulären Relaxierung ist nun zum ersten Mal im Vergleich zu den vorbestehenden nationalen Umfragen zu diesem Thema die Verfügbarkeit von Sugammadex als Frage inkorporiert. Die Substanz Sugammadex ist in den Kliniken mit über 85% [n=147] der Antworten angekommen. Mit dieser Substanz ist ein pharmakodynamisch alternatives Konzept zur Beendigung der Wirkung von steroidalen NDMR (Vecuronium und Rocuronium) verfügbar. Das Prinzip beruht auf der Wirkreservierung und ist dosisabhängig steigerungsfähig bis zur Aufhebung einer Vollrelaxierung in kürzester Anschlagszeit von unter 2 Minuten. Daraus ergeben sich unterschiedliche Gründe zur Vorhaltung der Substanz von einem Routinemedikament zur Absicherung des PORC Risikos im klinischen Alltag bis zum Reserve Notfallmedikament im Rahmen des Atemwegmanagements.

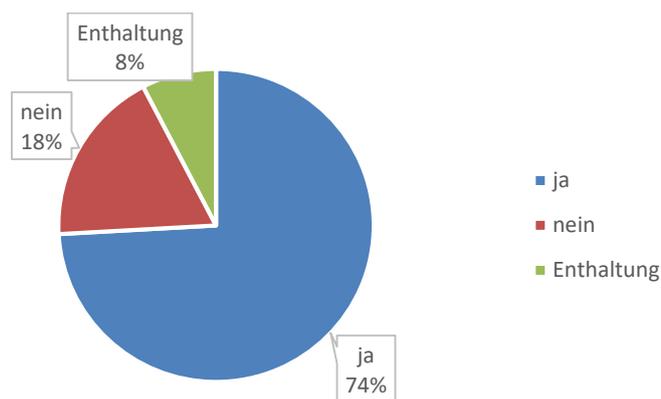
Diese unterschiedlichen Szenarien sollte die nächste Fragestellung im Fragebogen adressieren. Als Antwortkategorien wurden 5 Auswahlfelder vorgegeben (siehe Anhang – Fragebogen):

1. im Rahmen des notfallmäßigen Atemwegsmanagements
2. bei ungeplanter Restcurarisierung und TOF = 0;
3. bei ungeplanter Restcurarisierung und TOF  $\geq 1$
4. bei geplanter Relaxierung bis zum OP-Ende (PTC < 3, TOF = 0)
5. patientenbezogene Fallentscheidung

Durch die Aufforderung auch Mehrfachnennungen zu vergeben haben die antwortenden Kollegen eine Vielzahl von Antwortkombinationen gewählt. Insgesamt wurden 30 Antwortkombinationen generiert.

Die Möglichkeit der Mehrfachnennung mit dem dargestellten Ergebnis macht die Antworten sehr divers und scheint auf den ersten Blick verwirrend. Die wesentliche relevante Diskriminierung zwischen den Antworten ist jedoch sehr einfach zwischen der Antwort 1: im Rahmen des notfallmäßigen Atemwegsmanagements ausschließlich (n= 8, 4,7%) der Antworten. Alle anderen Einfachnennungen oder Mehrfachnennungen geben eine Wirklichkeit an bestehend aus Notfallmanagement und der Vermeidung von PORC bei ungeplanten Relaxantien Restwirkungen am OP-Ende. Die Antwortkategorie „4“: bei geplanter Relaxierung bis zum OP-Ende (PTC< 3 und TOF = 0) kommt insgesamt 12 Antwortmöglichkeiten vor und steht für die Nutzung der Substanz Sugammadex in der Abteilung als Teil der Narkoseplanung im klinischen Alltag für spezielle Operative Eingriffe. 24% der Nennungen hatte die Kategorie „4“ eingeschlossen. Die häufigste Nennung zum Einsatzkriterium erhielt die Kategorie 5 (patientenbezogene Fallentscheidung) alleine oder in Kombination.

Die letzte Frage bezog sich auf die immer noch gültigen letzten Empfehlungen der DGAI zu den Mindestanforderungen der DGAI an die Ausstattung des Anästhesiologischen Arbeitsplatzes. Wir fragten, ob das Vorhandensein eines apparativen Neuromuskulären Monitorings als Kategorie „essenziell“ von „verfügbar“ heraufgestuft werden sollte. Abbildung 29 zeigt die Antworten (Abb. 29).



**Abbildung 29:** NMM am Anästhesiologischen Arbeitsplatz – essenziell [n=170]

## Diskussion

Die hier vorgelegten Ergebnisse stellen die erste Deutschlandweite „online Umfrage“ unter Leitern von Krankenhausanästhesieabteilungen und ambulant tätigen Anästhesie-Praxisleitern dar. Die Ergebnisse können mit den wesentlichen Aussagen von zwei vorhergehenden Deutschlandweiten Umfragen unter Deutschen Anästhesie-Leitern aus dem Jahr 2000 und 2005 verglichen werden, die allerdings papiergebunden und im Briefformat von der Klinik für Anästhesiologie der Technischen Universität München, Klinikum rechts der Isar durchgeführt wurden (37, 39). Durch den teilweisen Vergleich der Ergebnisse wird eine Beurteilung ermöglicht, ob die Veränderungen in der klinischen Situation auch zu Anpassungen des Managements der Muskelrelaxierung geführt haben.

Die sehr aktuelle Literatur zu den diversen Aspekten des Managements der Muskelrelaxierung gibt die Stichworte für die teilweise vorgenommenen Veränderungen in den Fragestellungen und den neuen Möglichkeiten über die Zeit und kann prinzipiell folgendermaßen unterteilt werden:

### Aktuelle Wissenschaftliche Fragestellungen zum Einsatz von Muskelrelaxantien:

#### *1. Einsatz von Muskelrelaxation zur Allgemeinanästhesie in Intubationsnarkose*

Bereits im Jahr 1975 wurden die Anforderungen an ein „Ideales Muskelrelaxans“ zusammengefasst beschrieben (42):

- Rasche Anschlagzeit
- kurze und vorhersehbare Wirkdauer
- rasche spontane Erholung
- keine aktiven Metabolite
- hohe Rezeptorspezifität
- keine Histaminfreisetzung
- keine kardiovaskulären Nebenwirkungen
- Antagonisierbarkeit aus jeder Blocktiefe

Auch im Jahr 2020 war das „ideale Muskelrelaxans“ noch nicht entwickelt. Keines der verfügbaren MR in der Klinik erfüllt alle Anforderungen. Aber die seit 2009 verfügbare Kombination von steroidalen Muskelrelaxantien Vecuronium und Rocuronium in Verbindung mit einem Enkapsulator wie Sugammadex, mit dem man eine muskuläre Blockade aus jeder Tiefe heraus zeitnah aufheben kann, hat zu vielfältigen neuen Optionen im Rahmen des Managements der Muskelrelaxantien geführt (34).

Für die elektive Intubation des nüchternen Patienten ist die Anwendung von MR der Goldstandard. Dies konnte in experimentellen Arbeiten und in einer Cochrane-Datenbank basierten Metaanalyse anhand des Patienten-Outcomes für Erwachsene sehr aktuell erneut bestätigt werden (43-45). Für die pädiatrische Anästhesie liegen mittlerweile ähnliche Ergebnisse vor (46). Das gleiche gilt ebenfalls für die Intubation des nicht nüchternen Patienten in Form der RSI (21, 47). Aktuell zeigen die Ergebnisse mehrerer Studien, dass die Substanz Rocuronium als NDMR mit einer sehr kurzen Anschlagszeit bei Verdopplung der Intubationsdosis für den nüchternen Patienten von 0,4 – 0,6 mg/kg/KG auf 0,8 bis 1 mg/kgKG eine echte Alternative zum Einsatz des DMR Succinylcholin sein kann (21, 47). Für die Routineanwendung bei der elektiven Intubation und insbesondere bei Kindern ist Succinylcholin schon seit 2002 von der DGAI nicht mehr empfohlen (48).

Der Einsatz einer fortgeführten Muskelrelaxierung zur OP-Felddarstellung ist für viele Operationsentitäten ein Standard. In der Regel werden hier eine „moderate“ Relaxierung als Fortführung gewählt. Die tatsächliche Notwendigkeit einer Fortführung wurde in diversen Studien an verschiedenen Surrogat Parametern getestet (1, 18, 49-51). Eine strukturierte wissenschaftliche Auseinandersetzung zwischen den operativen Fachgebieten und der Anästhesie zu der Bedeutung der Relaxierungstiefe sowohl für die intraoperative Situation als auch die damit verbundene erhöhte „perioperative Morbiditätslast“ durch den Einsatz hat bisher bis auf wenige OP-Entitäten wie in der Ophthalmochirurgie oder teilweise der intrakraniellen Neurochirurgie nicht stattgefunden (52). Hingegen hat der stetig steigende Anteil der laparoskopischen Chirurgie und der „robotic assisted“ laparoskopischen Chirurgie seit etwa 10 Jahren zu einer intensiven wissenschaftlichen Debatte über das Konzept der Vollrelaxierung oder „deep block“ genannt für diese Operationsarten ausgelöst (22, 23, 53-60).

Weiterhin ist im Zusammenhang mit dem Einsatz von MR die Frage im wissenschaftlichen Diskurs, ob die Applikation eines NDMR bei der elektiven Intubation erst nach der Überprüfung einer Maskenbeatmung auch mit Verfügbarkeit solcher moderner Substanzen wie Rocuronium und Sugammadex und der technischen Möglichkeiten der supraglottischen Atemwegssicherung noch gerechtfertigt ist. Der Einsatz von Rocuronium vor Überprüfung der Möglichkeit einer Maskenbeatmung verkürzt hier die Zeit bis zur Intubation im Vergleich zur Gabe nach Überprüfung (61). Die Leitlinienempfehlung Atemwegsmanagement dazu lautet aktuell: „Bei fehlenden Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg kann eine neuromuskuläre Blockade sofort nach Erreichen einer suffizienten Narkosetiefe durchgeführt werden, ohne dass vorher die Möglichkeit der Maskenbeatmung überprüft wurde (62). Und mit der Diskussion um die Vollrelaxierung ist auch erneut die Frage nach der besten Applikationsart in der Debatte (63).

## *2. Stellenwert des Neuromuskulären Monitorings im Management der Muskelrelaxation und insbesondere der Vermeidung von Rest-Relaxierung*

Die Rationale für den Einsatz eines quantitativen NMM zur Relaxierungssteuerung intraoperativ und zur sicheren Vermeidung eines PORC ist allgemein anerkannt (17, 18, 26, 32, 64, 65). Ein TOF Quotient von 0,9 oder größer ist sicher um einen Rebound auszuschließen und eine Patientengefährdung ebenfalls (28). Das klinische Zeichen den Einsatz des NMM nicht ersetzen können ist wissenschaftlich unterlegt und dass es neben dem Monitoring der TOF Antwort noch ein weiteres Stimulationsmuster bedarf um auch eine Vollrelaxierung sicher überwachen zu können ist schon seit 1981 publiziert (35).

Im Jahr 2019 wurden die Ergebnisse der POULAR Studie veröffentlicht. In dieser prospektiven Studie in 28 teilnehmenden Europäischen Ländern wurde insgesamt ca. 21000 Patienten eingeschlossen, die eine Operation in Allgemeinanästhesie hatten und relaxiert wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendung von Muskelrelaxantien das Risiko eine pulmonale Komplikation innerhalb von 28 postoperativen Tagen zu erleiden unabhängig erhöht und dieser Effekt weder durch den Einsatz von Antagonisten oder Reversoren noch durch den Einsatz von NMM mit einem TOF Quotienten von 0,9 als „cut off“ zur Extubation beeinflusst wurde (10). Diese Ergebnisse standen und stehen

allerdings im Widerspruch zu der bereits im Jahr 2016 in der Zeitschrift „Anesthesiology“ veröffentlichten Registerstudie in die insgesamt 13000 Patienten eingeschlossen wurden und aus denen 4 Gruppen abgeleitet und wurden. Hier konnte der Einsatz von Neostigmin zur Antagonisierung die Pneumonierate signifikant senken (8). Im Jahr 2020 wurde dann eine Subgruppenanalyse aus dem Daten Set der POPULAR Studie veröffentlicht. In diese Analyse gingen immer noch 3400 Patienten ein, die ein quantitatives NMM hatten und es konnte gezeigt werden, dass eine Extubation nach MR Einsatz bei einem TOF Ratio  $>0,95$  eine signifikante Risikoreduktion für eine pulmonale Komplikation von 3.5% (CI 0.7-6.0%) in Bezug zur publizierten Häufigkeit in der POPULAR Studie von (11.3%) erbrachte (33). Und schließlich wurde in der STRONGER Studie ebenfalls aus dem Jahr 2020 an ebenfalls einem Multizentrischen Studienansatz mit über 40000 einbezogenen Patienten nachgewiesen, dass der Einsatz von Sugammadex in adäquater Dosierung die Inzidenz pulmonaler Komplikationen im Vergleich zur Antagonisierung mit Neostigmin signifikant senken kann (9).

Vor diesem Hintergrund ist es sehr wichtig zu verstehen, wie weit diese wissenschaftlichen Ergebnisse und Kontroversen Eingang in die Versorgungsrealität in Deutschen Anästhesieabteilungen gefunden haben.

## Ergebnisse der durchgeführten Umfrage

### *1. Rücklaufquote der „web-basierten“ Email angekündigten Umfrage und Datengrundlage*

Die Antwort-Quote zu der „web-basierten“ „online-Umfrage“ betrug auch nach Wiederholungserinnerung per Email 16,5%. Die papiergebundenen Umfragen in Form von Brief-Fragebögen erzielten wesentlich höhere Rücklauf-Quoten mit 68,8% in 2000 und 66,9% in 2005 (37, 38). Darüber hinaus ist es in diesen beiden Umfragen gelungen, ca. die Hälfte der Antworten von niedergelassenen Anästhesisten zu erhalten. Damit war eine interessante Unterscheidung der Antworten nach den unterschiedlichen Versorgungsbereichen der medizinischen Leistungserbringung möglich.

In der vorliegenden Umfrage haben wir die niedergelassenen Anästhesisten nicht erreichen können, da sie nicht über den Katalog der Krankenhäuser Deutschlands als

Adresse abgebildet sind. Die Unterteilung der Auswertung und der Vergleich mit den Vorgängerumfragen war in diesen Punkten somit nicht möglich.

Die Rücklaufquote einer online-Befragung reflektiert den Erfolg der Teilnehmerauswahl und -ansprache. Die Höhe des Rücklaufs ist eine wesentliche Determinante in Bezug auf die Bewertung der Aussagekraft bzw. Verallgemeinerbarkeit der Befragungsergebnisse. Nehmen viele Probanden aus der Stichprobe an der Befragung teil, sind die Ergebnisse der Erhebung umso sicherer auf die Grundgesamtheit übertragbar (66). Die Literatur weist eine Vielzahl von Strategien zur Steigerung der Rücklaufquote einer geplanten „web-basierten“ Umfrage aus. Bezogen auf die vorliegenden Daten ist dabei erst einmal zu beurteilen, ob die Rücklaufquote im erwarteten Bereich liegt. Für medizinische Fragebogenaktionen per Email Ankündigung und „web-basierter“ Beantwortung sind keine Erwartungszahlen publiziert. Am ehesten kann man die vorliegende Umfrage mit einer Kundenbefragung „B2C“ aus dem Marketing der Industrie (business to customer) vergleichen. Hier weist die Literatur eine erwartbare Rücklaufquote von 5 bis 20% aus (66). Aus der Medizin vergleichbare Umfragen per Email und „web-basiert“ zum Thema Muskelrelaxation liegen mit dem Survey aus dem Jahr 2013 unter den Mitgliedern des „Middle Eastern Anesthesiologists“ Zirkel vor mit einer Rücklaufquote von ca. 12% (67). Eine weitere „web-basierte“ Umfrage zwischen den Anästhesisten Nordamerikas und Europa aus dem Jahr 2008 weist Rücklaufquoten von 10,1% für die USA und 15% für Europa aus (40).

Insofern muss man die Rücklaufquote der vorliegenden Deutschen Umfrage als ein erreichbares Ergebnis für das gewählte Medium „Email“ und „web-basiert“ bewerten. Die Interpretation der weiteren Ergebnisse ist damit in der Verallgemeinerbarkeit zwar eingeschränkt. Aber ein spezifischer Fehler in der Ansprache der Teilnehmer oder der Konzeption des Fragebogens kann ausgeschlossen werden.

Die Datengrundlage wurde in unserem Fragebogen mehrfach abgefragt. Bei der Anzahl der Anästhesieleistungen pro Jahr gaben 80% der Antwortenden an, dass die Zahlen aus einer Art PDMS stammen und damit als dokumentiert gelten. Für alle weiteren Fragen nach Häufigkeit der Intubation/Allgemeinanästhesien oder Anteil der Allgemeinanästhesien an den Gesamtanästhesieleistungen/Jahr war die Grundlage nur noch bei 56% ein PDMS. Dies zeigt mit welchem geringen Tempo in den zurückliegenden

15 Jahren die IT gestützte Leistungsdokumentation in den fachgebietsspezifischen Dokumentationsaufgaben stattgefunden hat. In den vergleichbaren Studien aus 2000 und 2005 lag die PDMS Rate bei ca. 18% (37, 38). Jedes Krankenhaus hat heute ein Klinik Informationssystem (KIS). Aber das Patienten Daten Management System (PDMS) ist immer noch nicht umfassend eingeführt.

## *2. Strukturqualität zum Management der Muskelrelaxierung*

Die Frage nach der Festlegung eines SOP zu den Aspekten des Managements der Muskelrelaxierung erbrachte interessante Ergebnisse. Dass 60% der Kliniken ein SOP zum MR Einsatz im Allgemeinen haben entspricht hier sicher der Anerkennung der Bedeutung des Atemwegmanagements in der Anästhesie. Aber immerhin gaben noch 47% an auch zur Vermeidung von PORC ein SOP vorzuhalten.

Das technische Equipment zum NMM ist in den OP-Sälen angekommen. Waren es bei der Umfrage in 2000 noch 17% der Krankenhausabteilungen die kein NMM vorhielten waren es 5 Jahre später noch 12,1% der Kliniken ohne irgend ein Gerät zum NMM (37, 38). In der vorliegenden Umfrage gaben nur noch 1,75% der Antwortenden an, kein Equipment zu besitzen und 69,5% der Kliniken weisen für alle OP-Säle Geräte zum NMM aus. Allerdings nur 30% der Anästhesieabteilungen gaben an, über die technische Ausstattung zu einer Form des quantitativen Monitorings zu verfügen.

Bei den Antworten zur Strukturqualität ist die Verallgemeinerbarkeit allerdings besonders zu beachten. Als entscheidendes Gütekriterium für eine Stichprobe gilt, ob die Auswahl eine Zufallsauswahl darstellt oder nicht. Eine Stichprobe ist dann repräsentativ, wenn jedem Element der Grundgesamtheit die gleiche Auswahlchance zugeordnet werden kann. Das ist hier sicher der Fall aber das Problem der „Selbstselektion“ ist hier zu berücksichtigen. Das heißt, dass bei der Entscheidung zur Antwort auf die online-Umfrage ein besonderes Interesse für das Thema eine Rolle gespielt hat und damit die erreichte Stichprobengröße von 16,5% nicht vollumfänglich repräsentativ ist.

### *3. Intubation und Sugammadex Vorhaltung im Zusammengang mit „deep block“*

Vor dem Hintergrund der wissenschaftlichen Auseinandersetzung über die Notwendigkeit zu relaxieren zur Intubation sind die vorliegenden Ergebnisse dieser Arbeit zu bewerten (21, 44, 46, 68-70). Auch in dieser Umfrage gab es 1,2% der Antwortenden (2 Kollegen) die angaben, niemals zu relaxieren zur elektiven Intubation des nüchternen Patienten. Und immerhin 24% gaben an in diesem Szenario nur „überwiegend“ zu relaxieren. Es wird also auch aktuell eine signifikante Anzahl von Patienten ohne Muskelrelaxans Einsatz intubiert. Gerade die Cochrane Datenbank basierte Metaanalyse von Lundstrom et al. aus dem Jahr 2018 konnte noch einmal sehr eindrucksvoll belegen, welche Co-Morbidität mit so einer Strategie potenziell verbunden ist (44).

Die aktualisierten Empfehlungen der DGAI zur Möglichkeit auf die Kontrolle der Maskenbeatmung vor der Verabreichung eines NDMR zur elektiven Intubation zu verzichten, um schneller eine Intubationsbereitschaft zu erreichen sind in der klinischen Routine durchaus bereits angekommen (62). Immerhin 18% der Antwortenden gaben an überhaupt keine Maskenbeatmungskontrolle mehr durchzuführen. Nur noch 27% der Befragten gaben an, diese Kontrolle immer zu tätigen.

Bei der Auswahl der MR zur Intubation elektiver nüchterner Patienten spielt Succinylcholin fast keine Rolle mehr. 75% der Antwortenden ordneten das Medikament einer Anwendungshäufigkeit von 0- bis 20% zu. Weitere 20% verwenden nie Succinylcholin. Das war im Jahr 2000 noch anders. Da ordneten 13,1% der Befragten das Succinylcholin einer Einsatzhäufigkeit von 80 bis 100% der elektiven Intubationen zu (38).

Für die Intubation beim „nicht nüchternen“ Patienten (RSI) war das Succinylcholin über lange Zeit der Goldstandard. In der Umfrage im Jahr 2000 gaben 56,5% der Befragten an, dass sie Succinylcholin fast immer (80 bis 100%) zur RSI nutzen. Und dieses Ergebnis zeigte eine klare Präferenz obwohl schon frühzeitig seit Einführung des MR Rocuronium, wie z.B. von Magorian et al. 1993, versucht wurde, durch Dosisfindungsstudien nachzuweisen, dass Rocuronium eine gute Alternative für das Succinylcholin mit seinem relevantem Nebenwirkungspotenzial sein kann (71). Doch die lange Wirkdauer von mindestens 50 bis 60 min bei Verwendung einer 4fachen ED<sub>95</sub> von Rocuronium zur

Erreichung einer adäquat schnellen Anschlagszeit von unter 1 min war ein Grund, dass die Anwendung von Rocuronium zur RSI sich nicht durchsetzte. Und was tun, wenn der Notfall des „can not ventilate, can not intubate“ eintritt? Die vorliegenden Daten zeigen, dass nach einer Intubationsdosis von Succinylcholin von 1 bis 1,5 mg/kg/KG ca. nach 7 min eine suffiziente Spontanatmung wiedereingesetzt hat. Erst mit der Einführung des Sugammadex als Enkapsulator steroidaler Muskelrelaxantien war eine Kombination zur Verfügung, jederzeit die Wirkung des Rocuronium dosisunabhängig aufzuheben (72, 73). Unmittelbar begann die Debatte über die Frage was ist der beste Standard zur Relaxierung zur RSI (21, 74). Die klinischen Daten zeigten schnell einen Vorteil für das nebenwirkungsarme Rocuronium mit einer 4fach ED<sub>95</sub> gegenüber dem Succinylcholin. Die wesentlichen Nachteile des Succinylcholin sind:

- Triggersubstanz für eine Maligne Hyperthermie
- Mögliche Hyperkaliämien und verbundene Arrhythmien
- Anstieg des intraokularen Drucks
- Anstieg des intraabdominalen Drucks
- Muskelfaszikulationen
- Masseterspasmus
- Verlängerte neuromuskuläre Blockade bei atypischer Pseudocholinesterase
- Anaphylaxie (75).

Doch bis heute galt das Succinylcholin als nicht abgelöst als Standard zur RSI und es gibt keine entsprechende Empfehlung zum Atemwegsmanagement im Rahmen der RSI in Deutschland. Das lag in der Vergangenheit sicher an den sehr hohen Beschaffungskosten für das Medikament Sugammadex mit ca. 100 € für eine durchschnittliche Behandlungsdosis eines Erwachsenen. Vielen Kliniken hatten das Sugammadex nicht einmal in den Medikamentenbestand eingeführt. Es ist deshalb besonders beachtlich, dass in der vorliegenden Umfrage das MR Rocuronium das Succinylcholin vom Platz des häufigst verwendeten MR zur RSI verdrängt hat. Nur noch 13% der Antwortenden gaben an Succinylcholin mit 80 bis 100% zu nutzen. Dagegen gaben dies für Rocuronium 27% an. Damit ist entsprechend dieser Umfrageergebnis nun Succinylcholin doch als häufigster Standard zur RSI in Deutschland abgelöst.

Immer mehr Kliniken setzen also Rocuronium zur RSI ein und nutzen damit eine

Substanz, die für den Anästhesisten weniger Risiko im Hinblick auf wesentliche, wenn auch seltene Nebenwirkungen bietet und von den Intubationsbedingungen und der Geschwindigkeit der Erreichung zur Darstellung der laryngealen Ebene mindestens gleichwertige Ergebnisse anbietet (21, 71, 74). Es ist aber sicher nicht so, dass diese Kliniken sich entschieden haben, aus den vorher genannten Gründen für jede RSI auch Sugammadex einzusetzen und damit die genannten Kosten zu generieren. Vielmehr machen die Ergebnisse dieser Umfrage einen anderen Zusammenhang wahrscheinlich.

In der Sektion: „Einsatz des NMM“ fragten wir danach, ob die Kliniken im Rahmen von laparoskopischen Operationen mit einer erwarteten OP-Dauer von über 90 min das Konzept der Vollrelaxierung einsetzen. Hier gaben über 60% der Kliniken an, dass dieses Konzept zur genannten OP-Entität entweder immer, nach Absprache mit dem Operateur oder gelegentlich fallbezogen eingesetzt wird. In einer weiteren Frage nach dem verwendeten MR zum „deep block“ war Rocuronium mit Abstand das dominierende MR in der Anwendungshäufigkeit. So war es erwartbar, dass auf die Frage wie viele der Kliniken Sugammadex vorhalten, mit 86% der antwortenden Kliniken dies die überwältigende Mehrheit entsprechend diesen Ergebnissen mittlerweile in Deutschland ist.

Wenn aber eine Klinik Sugammadex als Medikament in geeigneter Form im OP-Bereich vorhält, dann ist es organisatorisch möglich, dass in der klinischen Routine Rocuronium für die RSI benutzt wird und für den Notfall „can not ventilate, can not intubate“ mit Sugammadex eine Exit-Strategie mit wissenschaftlich gut dargestellter Effektivität vorhanden ist (21, 74). Diese Vorgehensweise wird besonders in Situationen von Vorteil sein, wenn die lange Wirkdauer der 4fachen ED<sub>95</sub> des Rocuronium klinisch erwünscht ist. Bei RSI Indikationen in der Notfallversorgung ist dies oft der Fall. Die Kosten der Klinik steigen nur gering, da Sugammadex als „Reservemedikament“ in der Routine „im Schrank bleibt“. Wenn die erwartete OP Dauer nicht die notwendigen 50 bis 60 min erreicht, dann ist in diesen Fällen oftmals eine abklingenden Relaxierungstiefe am OP-Ende erreicht, die mit einem vorhandenen TOF-Quotienten dargestellt werden kann. Hier ist bei Abwesenheit von Kontraindikationen der Einsatz des viel kostengünstigeren Antagonisten Neostigmin bereits möglich, um ein PORC zu vermeiden (34).

Das Ergebnis dieser Umfrage, dass überraschender Weise 47% der antwortenden

Kliniken ein SOP zur Vermeidung von PORC ausweisen ergänzt die dargestellten Interpretationen zu den Antworten „RSI“ und „deep block“ und „Sugammadex“. Die Komplexität von unterschiedlichen Strategien der intraoperativen OP-Felddarstellung und die gleichzeitig notwendige Sicherstellung, ein PORC zu vermeiden und die logistische Besonderheit, dass Sugammadex zwar vorgehalten wird aber in der Routine nicht oft zum Einsatz kommt, macht es sehr notwendig, die Mitarbeiter des gesamten Anästhesie Teams mit einem SOP zur Vermeidung eines PORC einen Handlungsleitfaden an die Hand zu geben. So haben bereits 2010 in einer für die Klinik hoch relevanten Untersuchung in einem Simulationszentrum Bisschops et al. untersucht, ob ein ungeübtes Anästhesie Team in der Lage ist, Sugammadex schnell genug aus der Bevorratungssituation zur Patientenanwendung zu bringen in einer Notfallsituation „can not intubate can not ventilate“ (76). Sie konnten zeigen, dass nur ein Team das geübt ist oder ein klares SOP zur Hand hat innerhalb von ca. 5 min das Medikament appliziert, wenn es nicht vorher bereits aufgelöst in Lösungsmittel vorgehalten wird.

#### *4. Einsatz des NMM zur Nachrelaxierung und PORC Vermeidung*

Im Gegensatz zu den ermutigenden Ergebnissen zur apparativen Verfügbarkeit des NMM stehen die Antworten dieses Surveys zu der Steuerung einer notwendigen Nachrelaxierung intraoperativ. Hier gaben 22% der Befragten an, dass Sie ausschließlich nach dem NMM nachsteuern. Im Jahr 2005 gaben bereits 18,2 % der Befragten an nach NMM nachzusteuern (37).

In unserer Umfrage waren Mehrfachnennungen möglich und so gaben viele Kollegen an, dass in ihren Kliniken das NMM in Kombination mit der Rückmeldung des Operateurs oder klinischen Zeichen zur Nachsteuerung dient. Wenn man diese Kombinationsantworten mitwertet, dann hat sich die Anwendungsintensität des NMM im Vergleich zu 2000 und 2005 deutlich erhöht. In unserer Umfrage haben nur 14% der Antworten Kategorien ausgewiesen, die keinerlei Berücksichtigung des NMM zur Nachsteuerung ausgewiesen haben. Da wir aber die Kategorien hier anders gesetzt haben und die Mehrfachantworten ermöglicht waren, sind die Ergebnisse nur bedingt zu vergleichen. In dem aktuellsten internationalen Survey zum Thema Muskelrelaxantienmanagement aus dem Jahr 2012 unter Anästhesisten aus einer

Guppe „Middle Eastern Anesthesiologists“ berichteten immerhin noch 47% der Befragten keine Form eines NMM zur Nachsteuerung der Relaxierung zu nutzen (67).

In unserer Umfrage gaben nur 7% der Antwortenden an, dass sie „nie“ eine Form des NMM vor oder nach der Extubation zur Objektivierung der neuromuskulären Erholung einsetzen. 28% der Befragten geben an, dass sie immer nach Einsatz von MR vor der Extubation NMM einsetzen. Folgerichtig waren es 36,5% der Antwortenden, die auf die Frage nach der Entscheidung zum Einsatz eines Antagonisten zur Aufhebung der Restrelaxierung von einer TOF Ratio von  $< 0,9$  abhängig machen. 62% der Antworten beinhalten, dass keine Form des NMM zur Entscheidung zur Antagonisierung genutzt wird. Bei der Frage nach der Entscheidungsgrundlage keine Antagonisierung durchzuführen waren es dann ca. 50% der Antwortenden, die diese Entscheidung ohne Nutzung von NMM treffen.

Zusammen betrachtet sind es 60% bis 65% der antwortenden Kliniken bei denen nach der intraoperativen Anwendung eines NDMR zur sicheren Vermeidung eines Residualblocks oder eines möglichen Rebounds nicht standardisiert eine Form des NMM eingesetzt wird. Vor dem in der Diskussion bereits dargestellten wissenschaftlichen Hintergrund, dass:

1. die Gabe eines intermediate oder lang wirksamen NDMR ein potenzielles Risiko der Restrelaxierung für den Patienten birgt (77-79)
2. dass die so genannten klinischen Zeichen der Erholung (Tidalvolumen, negativer Inspirationsdruck, Kopf-Halte-Versuch 5 sec, Vitalkapazität oder Augen offenhalten) nicht zuverlässig sind (80)
3. dass nur ein quantitatives NMM hinreichend die Bestimmung der muskulären Erholung mit einer TOF-Ratio von  $\geq 0,9$  ermöglicht (78, 81)
4. dass die Antagonisierung von Restblockanden von NDMR (Benzylisochinolin und Aminosteroiden) mit Acetylcholinesterasehemmern einen Zeitbedarf zur sicheren Erreichung von vollständiger Erholung zwischen 20 min und 60 min in Studien gezeigt hat auch bei Anwendung der zulässigen Höchstdosis von  $70\mu\text{g}/\text{kg}/\text{KG}$  (79, 82)

ist dieses Ergebnis ein klarer Hinweis, dass in der klinischen Routine, die Erkenntnisse

der aktuellen Forschung noch nicht mehrheitlich Eingang gefunden haben. Eine besondere Betrachtung zur Frage, ob ein Risiko mit der Verwendung von Muskelrelaxantien im Rahmen der Allgemeinanästhesie im aktuellen klinischen Alltag verbunden ist verdient die bereits zitierte POPULAR Studie publiziert von Kirmeier et al. (10).

Um den Risikobeitrag der Anästhesie als Ganzes oder Teilkomponenten des Managements der Allgemeinanästhesie bewerten zu können, ist es notwendig, nicht nur große chirurgische Patientenkollektive zu untersuchen, sondern es ist auch wichtig einen heute für die Qualitätssicherung anerkannten Nachbeobachtungszeitraum sicherzustellen. Die Studie POPULAR (Post-Anesthesia pulmonary complications after use of muscle relaxants: a multicenter, prospective observational study) wurde zwischen Juni 2014 und April 2015 in 28 Europäischen Ländern unter Mitwirkung von 211 Krankenhäusern prospektiv mit einem Nachbeobachtungszeitraum von insgesamt 28 postoperativen Tagen unter Rekrutierung von 22803 Patienten durchgeführt. Aus der Analyse der Beschreibung der Patientensubgruppen lassen sich interessante Vergleiche zum vorliegenden Deutschen Survey ziehen.

Von den 17500 Patienten der Studie, die ein NDMR erhalten haben 57% (10 000) keine Form des NMM erhalten. Das ist mit den Daten des Surveys aus „Middle East“ aus dem Jahr 2013 fast vollständig identisch (47%) (67). Die Daten der aktuellen Umfrage lassen hingegen die Interpretation zu, dass ca. 85% der Patienten in Deutschland nach Muskelrelaxantieneinsatz eine Form des NMM intraoperativ erhalten.

Von den 43% der Patienten der POPULAR Studie die ein NMM erhielten mussten 40% ausgeschlossen werden, weil ausschließlich ein qualitatives Monitoring verwendet wurde. Letztendlich erhielten 24% der Gesamtpatienten ein quantitatives Monitoring und konnten für alle Auswertungen herangezogen werden. Von diesen Patienten wurden jedoch 31,2% extubiert bevor sie den empfohlenen TOF Quotienten von 0,9 erreicht hatten. Letztendlich hatten nur 16,5% der Studienpatienten zum Zeitpunkt der Extubation einen TOF Quotienten von 0,9 dokumentiert. Im Gegensatz dazu erhielten 51% der Patienten eine Antagonisierung oder Reversierung (10).

Die Studie gibt also einen „Schnappschuss“ des schlechten Managements der

Neuromuskulären Blockade zur Allgemeinanästhesie quer durch Europa. Die Ergebnisse sind insofern sehr gut mit dem Instrument einer Befragung vergleichbar.

Als wesentliches Ergebnis zeigte die POPULAR Studie, dass die Inzidenz von pulmonalen Komplikationen postoperativ mit 7,6% unerwartet hoch war und dass die Verabreichung von NDMR im Rahmen der Narkose ein unabhängiger Risikofaktor war. Diese Daten ergänzen die Risikobewertung zum Einsatz von Muskelrelaxantien von großen Registerstudien der jüngeren Vergangenheit (8, 13). Als weitere Ergebnisse wurden wie bereits dargestellt publiziert, dass die Risikosteigerung keine Dosisabhängigkeit zum MR oder der Applikationsdauer zeigte. Weder der Einsatz von NMM noch die Verwendung von Antagonisierung noch Reversierung am OP Ende konnte das Risiko beeinflussen. In einer folgenden Subgruppenanalyse der Arbeitsgruppe um Kirmeier konnte dann gezeigt werden, dass nur Patienten, die zum Zeitpunkt der Extubation einen TOF Quotienten von  $\geq 0,95$  hatten, eine erkennbare Risikoverminderung zum Auftreten von pulmonalen Komplikationen zeigten. Daraus schlussfolgern die Autoren, dass der TOF Quotient in den Empfehlungen entsprechend angehoben werden soll und mindestens 3 quantitative Messungen vor der Extubation das Ergebnis verifizieren sollen (33). Die wesentlichen Kritikpunkte an der POPULAR Studie sind, dass auf Grund des nachgewiesenen sehr schlechten Managements der Muskelrelaxantienanwendung nur 24% der Studienpatienten überhaupt ein adäquates Vorgehen zur Exit Strategie zuzuordnen war und somit die Effektbeurteilung im Hinblick auf die nachgewiesenen pulmonalen Komplikationen nur eingeschränkt verwertbar ist. Darüber hinaus haben zwar 51% der Studienpatienten eine Art der medikamentösen Antagonisierung oder Reversierung erhalten aber da bei über der Hälfte dieser Patienten keine Effektkontrolle im Hinblick auf den TOF Quotienten durchgeführt wurde ist die Effektivität der Antagonisierung/Reversierung nicht beurteilbar. Die Forderung nach einem mehrfach bestätigten TOF Quotienten von  $\geq 0,95$  dreifach bestätigt vor einer Extubation nach MR Einsatz erscheint vor dem Hintergrund auch der in unserem Survey erhobenen Daten zu der Anwendungsrealität doch sehr unrealistisch. In weiteren Studien wurden die Ergebnisse der genannten POPULAR Studie zur Bedeutung der Antagonisierung und Reservierung sowie der Dosisabhängigkeit relativiert (9, 63).

Dennoch, die Ergebnisse der POPULAR-Studie sind im Hinblick auf die Herausarbeitung

der Bedeutung der Qualität des Managements der MR Applikation sehr wichtig. Anästhesisten müssen sich bei der Anwendung von MR über die potentiellen Risiken deutlich bewusst sein. Das bezieht sich nicht ausschließlich auf die Konsequenzen im Rahmen des Atemwegmanagements, sondern ausdrücklich auch auf die postoperative Morbiditätslast durch eine unerkannte Restcurarisierung. Daraus ergibt sich, dass die Indikation zum Einsatz von MR gründlich geprüft und verantwortungsvoll gestellt wird. In der Diskussion mit den Chirurgischen Fachgebieten ist eine patientenbezogene Diskussion über die Art und Dauer einer intraoperativ fortgesetzten Relaxierung zu fordern.

### *5. Laparoskopisches Operieren und Vollrelaxation („deep block“)*

Laparoskopische Operationen haben in den zurückliegenden Jahren kontinuierlich anteilig am Operativen Geschehen zugenommen (83). Zur Durchführung wird meist über eine Verres-Nadel (eine Nadel mit gesicherter Spitze) oder über einen offen platzierten Trokar Gas in das Abdomen eingebracht. Ist das Abdomen mit Gas gefüllt und entsprechend ausgedehnt, können je nach operativer Notwendigkeit weitere Trokare platziert werden. Das Gas hebt die Bauchdecke von den inneren Organen ab und schafft so einen Raum zur Operation. Für viele Operationsentitäten ist die sogenannte minimal invasive Chirurgie heute das Standardverfahren (83). Die OP-Felddarstellung wird hier von mehreren Besonderheiten begleitet.

Der „Chirurgische Raum“ wird durch die Kategorien „Tiefe“ und „Ausdehnung“ definiert. Das Einbringen der Operationsinstrumente in die Kurvaturen des kleinen Beckens oder des abdominothorakalen Raumes erfordert eine Mindest-Triangulation zur Sicht und Instrumentenführung. Die „Ausdehnung“ des Bauchraums wird in Studien zur Objektivierung als Abstand zwischen dem Promontorium des Os sacrum und der Haut beschrieben (54). Der Standard-Druck zur Erreichung eines ausreichenden Kapnoperitoneums zur OP-Felddarstellung liegt bei 12 bis 15 mmHg. Wünschenswert ist es, die ausreichenden Operationsbedingungen auch mit einem niedrigeren Druck zu erreichen. Das führte zu den Konzept des „low pressure Kapnoperitoneums“ mit Drücken unter 11 mmHg (22, 84). Eine weitere Besonderheit der OP-Felddarstellung ist die Notwendigkeit konstante Bedingungen für den Operateur zu garantieren, da mit

plötzlichen Veränderungen der abdominellen Compliance bis hin zu Spontanbewegungen eine erhebliche Gefährdung des Patienten verbunden sein kann auf Grund des Verlustes der Sicht Kontrolle über die Optiken.

Unbestritten ist, dass zur Erreichung einer vollständigen Relaxierung aller quergestreiften Muskulatur unter Einbeziehung des Zwerchfells und der tiefen Muskulatur des kleinen Beckens eine Vollrelaxierung notwendig ist. In einer sehr umfangreichen Übersichtsarbeit haben Unterbuchner und Blobner 2018 die bis dahin verfügbare Datenlage zu den Fragestellungen, ob die Vollrelaxierung beim laparoskopischen Operieren eine bessere OP-Felddarstellung ermöglicht und ob die Erreichung eines „low pressure“ Kapnoperitoneums mit outcome relevanten Ergebnissen belegt werden konnte im Vergleich zu einem Routine-Kapnoperitoneum zusammengefasst (34). Dabei schlussfolgern sie aus klinisch-pragmatischer Sicht aber auch evidenzbasierten Gründen, dass weniger die standardisierte Anwendung einer Vollrelaxation als festgelegtes Anästhesieregime gerechtfertigt ist als vielmehr eine situationsbezogene, patientenindividuelle Vertiefung der Relaxierung im Sinne einer „goal directed relaxation“ anzuwenden ist. Anstelle des „deep block“ käme es einem „optimized block“ näher (34).

In der vorliegenden Umfrage haben wir die Frage nach der Anwendung des Konzeptes „deep block“ bei laparoskopischen Operationen mit einer erwarteten OP Dauern von mehr als 90 Minuten mit aufgenommen. Etwas mehr als 60% der Antwortenden haben angegeben, dass sie dieses Konzept der intraoperativen Muskelrelaxierung anwenden entweder immer oder in Absprache mit dem Operateur oder als patientenbezogene Fallentscheidung. 6% der Befragten gaben dabei „immer“ als Antwort. Die verbleibenden 56% der Antwortenden scheinen dann das Konzept der Vollrelaxierung eher im Sinne des „optimized blocks“ als situative Entscheidung einzusetzen. Die kontinuierliche Gabe des Muskelrelaxans zur Steuerung des Blocks spielt da entsprechend keine Rolle mit 3% der Antwortenden. Das entspricht wiederum den Ergebnissen einer sehr aktuellen Studie zum Vergleich kontinuierlicher versus intermittierender Verabreichung von Muskelrelaxation (63). 41% der Antwortenden gaben an auch das kombinierte Stimulationsmuster aus TOF und PTC zur Steuerung des „Deep Blocks“ zu nutzen. Aus den Antworten lässt sich schlussfolgern, dass die

Deutschen Anästhesisten sich mit den Besonderheiten und Anforderungen an das Anästhesieregime bei laparoskopischen Operieren auseinandersetzen. Die Datengrundlage für die hier gemachten Angaben ist aber ebenfalls nur zu 10% aus Dokumentationssystemen wie einem PDMS abgeleitet. 90% der Antworten zu diesen Fragen beruhen auf Schätzungen zur Anwendungsrealität in den Kliniken.

Die Antworten zu der letzten Frage des Surveys, ob die Empfehlungen der DGAI von 2013 zu der Standardausstattung des Anästhesiologischen Arbeitsplatzes aktualisiert werden sollten im Sinne das an jedem Arbeitsplatz ein Apparat zum NMM vorhanden sein muss –essenziell- ergab das deutliche Ergebnis mit 74% „ja Antworten“, dass das Bewusstsein für die Bedeutung eines nach bestem Evidenz gestalteten Managements der Muskelrelaxation gestiegen ist. Gerade das Konzept zu einer notwendigen fortgesetzten intraoperativen Relaxierung ist in enger Absprache mit den Operativen Kollegen zu gestalten und bedarf einer apparativen Objektivierung der klinischen Situationen und darf nicht zu einer postoperativen Gefährdung des Patienten führen. Dafür ist der konsequente Einsatz einer Form des quantitativen neuromuskulären Monitorings essenziell erforderlich.

## Zusammenfassung

Die Zielstellung der Arbeit, einen Deutschlandweiten Surveys mittels eines web-basierten Fragebogens unter den Leitenden Ärzten von Anästhesieabteilungen im stationären Bereich durchzuführen wurde erreicht. Bei einer für dieses Medium erwarteten Rücklaufquote konnte jedoch keine repräsentative Abbildung der Trägerschaften der Deutschen Krankenhäuser bei den antwortenden Kliniken verzeichnet werden. Die Fragen waren so gewählt, dass es zum einen ermöglicht wurde, die Angaben zu den aktuellen klinischen Anwendungsgewohnheiten zum Management der Muskelrelaxierung mit den Ergebnissen zurückliegender Deutscher Surveys zum Thema punktuell zu vergleichen und andererseits die Veränderungen der klinischen Gegebenheiten durch die Zunahme von laparoskopischen Operationen, „robotic assisted Operationen“ aber auch der neuen Substanz Sugammadex als Revisor steroidaler Muskelrelaxantien zu erfassen.

Es konnte anhand der Ergebnisse gezeigt werden, dass die technische Ausstattung zum NMM in den deutschen Krankenhäusern weiter verbessert worden ist aber immer noch nicht vollständig dem empfohlenen Standard der Nutzung eines quantitativen NMM entspricht. Damit einhergehend ist sowohl die Praxis der Steuerung einer intraoperativen Relaxierung als auch die Überwachung und sichere Vermeidung einer Restcurarisierung in solchen Kliniken nicht dem empfohlenen Standard entsprechend. Vor dem Hintergrund von immer mehr Daten zum potenziellen Beitrag von MR zur postoperativen pulmonalen Morbidität ist dieses Ergebnis Anlass für weitere Bemühungen, die Bereitschaft unter den Anästhesisten zur konsequenten Nutzung von NMM im klinischen Alltag in ausschließlicher Form des quantitativen Monitorings zu verbessern. Es ist als positives Signal zu werten, dass 74% der Befragten in dieser Umfrage eine apparative Ausstattung jedes Anästhesiearbeitsplatzes mit NMM für essenziell halten.

An wesentlichen Veränderungen entsprechend den genannten Voraussetzungen ist zu registrieren das für die Durchführung einer RSI nicht mehr Succinylcholin das häufigste eingesetzte Medikament ist, sondern das MR Rocuronium. Damit einhergehend halten mittlerweile 86% der antwortenden Anästhesieabteilungen Sugammadex als

Medikament vor. Das Konzept der Vollrelaxierung zu laparoskopischen Operationen „deep block“ wird von 60% der Antwortenden als in der Klinik angewandt benannt. Die Mehrheit der Antwortenden tut dies nach Rücksprache mit dem Operateur fallbezogen oder nach eigener Indikationsstellung situativ und nicht als standardisiertes Konzept.

## Literaturverzeichnis

1. Griffith HR. Muscle Relaxation in Surgery. *Can Med Assoc J.* 1947;56:281-283.
2. Arbous MS, Meursing AE, van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HH, Touw P, Werner FM, Grobbee DE. Impact of anesthesia management characteristics on severe morbidity and mortality. *Anesthesiology.* 2005;102:257-268; quiz 491-252.
3. Beck GB, K.; Biermann, E. Mindestanforderungen an den anästheologischen Arbeitsplatz. . *Anästh Intensivmed.* 2013;48.
4. Vascular Events in Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation Study I, Spence J, LeManach Y, Chan MTV, Wang CY, Sigamani A, Xavier D, Pearse R, Alonso-Coello P, Garutti I, Srinathan SK, Duceppe E, Walsh M, Borges FK, Malaga G, Abraham V, Faruqui A, Berwanger O, Biccand BM, Villar JC, Sessler DI, Kurz A, Chow CK, Polanczyk CA, Szczeklik W, Ackland G, X GA, Jacka M, Guyatt GH, Sapsford RJ, Williams C, Cortes OL, Coriat P, Patel A, Tiboni M, Belley-Cote EP, Yang S, Heels-Ansdell D, McGillion M, Parlow S, Patel M, Pettit S, Yusuf S, Devereaux PJ. Association between complications and death within 30 days after noncardiac surgery. *CMAJ.* 2019;191:E830-E837.
5. Roewer N TH, Stuttgart: Thieme; 2017. doi:: Taschenatlas Anästhesie. Stuttgart: Thieme;2017.
6. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N Engl J Med.* 1996;334:1209-1215.
7. Torossian A BA, Bein B., Greif R,; Hoecker J,; Horn E.,;lttner O., Kimberger E., Klar T.: S3-Leitlinie: Vermeidung von perioperativer Hypothermie. 2014.
8. Bulka CM, Terekhov MA, Martin BJ, Dmochowski RR, Hayes RM, Ehrenfeld JM. Nondepolarizing Neuromuscular Blocking Agents, Reversal, and Risk of Postoperative Pneumonia. *Anesthesiology.* 2016;125:647-655.
9. Kheterpal S, Vaughn MT, Dubovoy TZ, Shah NJ, Bash LD, Colquhoun DA, Shanks AM, Mathis MR, Soto RG, Bardia A, Bartels K, McCormick PJ, Schonberger RB, Saager L. Sugammadex versus Neostigmine for Reversal of Neuromuscular Blockade and Postoperative Pulmonary Complications (STRONGER): A Multicenter Matched Cohort Analysis. *Anesthesiology.* 2020;132:1371-1381.
10. Kirmeier E, Eriksson LI, Lewald H, Jonsson Fagerlund M, Hoeft A, Hollmann M, Meistelman C, Hunter JM, Ulm K, Blobner M, Contributors P. Post-anaesthesia pulmonary complications after use of muscle relaxants (POPULAR): a multicentre, prospective observational study. *Lancet Respir Med.* 2019;7:129-140.
11. DGAI: 001-020k\_S3\_Intravasale\_Volumentherapie\_Erwachsenen. <https://www.awmf.org/leitlinien2015>.
12. Piepho T CE, Noppens R , Byhahn C , Döriges V , Zwissler B , Timmermann A Atemwegsmanagement. 2015.
13. Grosse-Sundrup M, Henneman JP, Sandberg WS, Bateman BT, Uribe JV, Nguyen NT, Ehrenfeld JM, Martinez EA, Kurth T, Eikermann M. Intermediate acting non-depolarizing neuromuscular blocking agents and risk of postoperative respiratory complications: prospective propensity score matched cohort study. *BMJ.* 2012;345:e6329.
14. Heringlake M, Heinze H, Brauer K. Rationale Flüssigkeits- und Volumentherapie – eine kritische Betrachtung unter Berücksichtigung aktueller Empfehlungen und Leitlinien. *Transfusionsmedizin - Immunhämatologie, Hämotherapie, Immungenetik, Zelltherapie.* 2015;5:31-43.
15. Beecher HK, Todd DP. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 599, 548 anesthetics in ten institutions 1948-1952, inclusive. *Ann Surg.* 1954;140:2-35.
16. Griffith HR. Curare: A New Tool for the Anaesthetist. *Can Med Assoc J.* 1945;52:391-394.

17. Fuchs-Buder T. [Neuromuscular monitoring. Standard procedures]. *Anaesthesist*. 1998;47:629-637.
18. Docker D, Walther A. [Muscle relaxants and neuromuscular monitoring - Introduction for a safe clinical application]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2012;47:296-305; quiz 306.
19. Joanna Warszawska FR, Agnelo Ippolita, Kai Zacharowski und Andreas Pape. Muskelrelaxanzien in der Anästhesie und Intensivmedizin. *Arzneimitteltherapie*. 2016;34:467-477.
20. Schreiber JU, Mencke T, Biedler A, Furst O, Kleinschmidt S, Buchinger H, Fuchs-Buder T. Postoperative myalgia after succinylcholine: no evidence for an inflammatory origin. *Anesth Analg*. 2003;96:1640-1644, table of contents.
21. Sorensen MK, Bretlau C, Gatke MR, Sorensen AM, Rasmussen LS. Rapid sequence induction and intubation with rocuronium-sugammadex compared with succinylcholine: a randomized trial. *Br J Anaesth*. 2012;108:682-689.
22. Ozdemir-van Brunschot DMD, Braat AE, van der Jagt MFP, Scheffer GJ, Martini CH, Langenhuijsen JF, Dam RE, Huurman VA, Lam D, d'Ancona FC, Dahan A, Warle MC. Deep neuromuscular blockade improves surgical conditions during low-pressure pneumoperitoneum laparoscopic donor nephrectomy. *Surg Endosc*. 2018;32:245-251.
23. Rosenberg J, Herring WJ, Blobner M, Mulier JP, Rahe-Meyer N, Woo T, Li MK, Grobara P, Assaid CA, Fennema H, Szegedi A. Deep Neuromuscular Blockade Improves Laparoscopic Surgical Conditions: A Randomized, Controlled Study. *Adv Ther*. 2017;34:925-936.
24. Schepens T, Cammu G. Neuromuscular blockade: what was, is and will be. *Acta Anaesthesiol Belg*. 2014;65:151-159.
25. Schreiber JU, Mucha E, Fuchs-Buder T. Residual paralysis following a single dose of atracurium: results from a quality assurance trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2010;27:993-994.
26. Brull SJ, Murphy GS. Residual neuromuscular block: lessons unlearned. Part II: methods to reduce the risk of residual weakness. *Anesth Analg*. 2010;111:129-140.
27. Warner MA. Perioperative mortality: intraoperative anesthetic management matters. *Anesthesiology*. 2005;102:251-252.
28. Viby-Mogensen J, Claudius C. Evidence-based management of neuromuscular block. *Anesth Analg*. 2010;111:1-2.
29. Viby-Mogensen J, Jorgensen BC, Ording H. Residual curarization in the recovery room. *Anesthesiology*. 1979;50:539-541.
30. Putz L, Dransart C, Jamart J, Marotta ML, Delnooz G, Dubois PE. Operating room discharge after deep neuromuscular block reversed with sugammadex compared with shallow block reversed with neostigmine: a randomized controlled trial. *J Clin Anesth*. 2016;35:107-113.
31. Grayling M, Sweeney BP. Recovery from neuromuscular blockade: a survey of practice. *Anaesthesia*. 2007;62:806-809.
32. Naguib M, Kopman AF, Ensor JE. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarisation: a meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2007;98:302-316.
33. Blobner M, Hunter JM, Meistelman C, Hoefl A, Hollmann MW, Kirmeier E, Lewald H, Ulm K. Use of a train-of-four ratio of 0.95 versus 0.9 for tracheal extubation: an exploratory analysis of POPULAR data. *Br J Anaesth*. 2020;124:63-72.
34. Unterbuchner C, Blobner M. [Deep neuromuscular blockade : Benefits and risks]. *Anaesthesist*. 2018;67:165-176.
35. Viby-Mogensen J, Howardy-Hansen P, Chraemmer-Jorgensen B, Ording H, Engbaek J, Nielsen A. Posttetanic count (PTC): a new method of evaluating an intense nondepolarizing neuromuscular blockade. *Anesthesiology*. 1981;55:458-461.
36. Engbaek J, Ostergaard D, Viby-Mogensen J. Double burst stimulation (DBS): a new pattern of nerve stimulation to identify residual neuromuscular block. *Br J Anaesth*. 1989;62:274-278.
37. Fuchs-Buder T, Fink H, Hofmockel R, Geldner G, Ulm K, Blobner M. Einsatz des neuromuskulären Monitorings in Deutschland. *Der Anaesthesist*. 2008;57:908-914.

38. Söhnel A-M. Anwendung von Muskelrelaxanzien in Deutschland: Eine Umfrage an deutschen Anästhesieeinrichtungen im Jahr 2000. 2003.
39. Blobner M, Söhnel AM, van de Roemer A, Bachmann H, Geldner G, Hofmockel R, Fuchs-Buder T, Diefenbach C, Ulm K. [Application of muscle relaxants in Germany. A survey of German anaesthesia departments]. *Anaesthesist*. 2003;52:427-434.
40. Naguib M, Kopman AF, Lien CA, Hunter JM, Lopez A, Brull SJ. A Survey of Current Management of Neuromuscular Block in the United States and Europe. *Anesthesia & Analgesia*. 2010;111:110-119.
41. Krankenhausgesellschaft D: Krankenhausgesellschaft - Eckdaten der Versorgung. 2020.
42. Savarese JJ, Kitz RJ. Does clinical anesthesia need new neuromuscular blocking agents? *Anesthesiology*. 1975;42:236-239.
43. Geldner G, Fuchs-Buder T, Hofmockel R, Diefenbach C, Ulm K, Blobner M. [The use of muscle relaxants for routine induction of anesthesia in Germany]. *Anaesthesist*. 2003;52:435-441.
44. Lundstrom LH, Duez CHV, Norskov AK, Rosenstock CV, Thomsen JL, Moller AM, Strande S, Wetterslev J. Effects of avoidance or use of neuromuscular blocking agents on outcomes in tracheal intubation: a Cochrane systematic review. *Br J Anaesth*. 2018;120:1381-1393.
45. Combes X, Andriamifidy L, Dufresne E, Suen P, Sauvat S, Scherrer E, Feiss P, Marty J, Duvaldestin P. Comparison of two induction regimens using or not using muscle relaxant: impact on postoperative upper airway discomfort. *Br J Anaesth*. 2007;99:276-281.
46. Julien-Marsollier F, Michelet D, Bellon M, Horlin AL, Devys JM, Dahmani S. Muscle relaxation for tracheal intubation during paediatric anaesthesia: A meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur J Anaesthesiol*. 2017;34:550-561.
47. Blobner M, Hunter JM. Another nail in the coffin of succinylcholine? *Br J Anaesth*. 2020;125:423-425.
48. Intensivmedizin DGfAu. Verwendung von Succinylcholin. *Anästh Intensivmed* 2002;43 831.
49. Amaki Y, Haziri H, Sugimoto N, Shudo Y, Kobayashi K. The degree of muscle relaxation requested by the surgeons during upper abdominal surgery. *J Anesth*. 1990;4:249-252.
50. King M, Sujirattanawimol N, Danielson DR, Hall BA, Schroeder DR, Warner DO. Requirements for muscle relaxants during radical retropubic prostatectomy. *Anesthesiology*. 2000;93:1392-1397.
51. Madsen MV, Staehr-Rye AK, Gatke MR, Claudius C. Neuromuscular blockade for optimising surgical conditions during abdominal and gynaecological surgery: a systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015;59:1-16.
52. Li YL, Liu YL, Xu CM, Lv XH, Wan ZH. The effects of neuromuscular blockade on operating conditions during general anesthesia for spinal surgery. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2014;26:45-49.
53. Baete S, Vercruyssen G, Vander Laenen M, De Vooght P, Van Melkebeek J, Dylst D, Beran M, Van Zundert J, Heylen R, Boer W, Van Boxstael S, Fret T, Verhelst H, De Deyne C, Jans F, Vanelderden P. The Effect of Deep Versus Moderate Neuromuscular Block on Surgical Conditions and Postoperative Respiratory Function in Bariatric Laparoscopic Surgery: A Randomized, Double Blind Clinical Trial. *Anesth Analg*. 2017;124:1469-1475.
54. Barrio J, Errando CL, Garcia-Ramon J, Selles R, San Miguel G, Gallego J. Influence of depth of neuromuscular blockade on surgical conditions during low-pressure pneumoperitoneum laparoscopic cholecystectomy: A randomized blinded study. *J Clin Anesth*. 2017;42:26-30.
55. Brintjes MH, van Helden EV, Braat AE, Dahan A, Scheffer GJ, van Laarhoven CJ, Warlé MC. Deep neuromuscular block to optimize surgical space conditions during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Anaesthesia*. 2017;118:834-842.
56. Casanova J, Pineiro P, De La Gala F, Olmedilla L, Cruz P, Duque P, Garutti I. [Deep versus moderate neuromuscular block during one-lung ventilation in lung resection surgery]. *Rev Bras Anesthesiol*. 2017;67:288-293.
57. Fuchs-Buder T. [Full relaxation: magic bullet or marketing gag?]. *Anaesthesist*. 2018;67:163-164.

58. Fuchs-Buder T, E DER, Brunaud L. Neuromuscular block in laparoscopic surgery. *Minerva Anesthesiol.* 2018;84:509-514.
59. Kopman AF, Naguib M. Is deep neuromuscular block beneficial in laparoscopic surgery? No, probably not. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* 2016;60:717-722.
60. Madsen MV, Staehr-Rye AK, Claudius C, Gatke MR. Is deep neuromuscular blockade beneficial in laparoscopic surgery? Yes, probably. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2016;60:710-716.
61. Min SH, Im H, Kim BR, Yoon S, Bahk JH, Seo JH. 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.
62. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dorges V, Zwissler B, Timmermann A. S1 guidelines on airway management : Guideline of the German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine. *Anaesthesist.* 2015;64 Suppl 1:27-40.
63. Veelo DP, Gisbertz SS, Binnekade JM, Hannivoort RA, Bosman JA, Geerts BF, Blobner M, van Berge Henegouwen MI, Hollmann MW. On-demand versus continuous rocuronium infusion for deep neuromuscular relaxation in patients undergoing thoraco-laparoscopic esophagectomy: a randomized-controlled clinical trial (DEPTH). *Can J Anaesth.* 2019;66:1062-1074.
64. Donati F. Neuromuscular monitoring: what evidence do we need to be convinced? *Anesth Analg.* 2010;111:6-8.
65. Kopman AF. Managing neuromuscular block: where are the guidelines? *Anesth Analg.* 2010;111:9-10.
66. Theobald A: Praxis Online Marktforschung: Grundlagen – Anwendungsbereiche – Durchführung 2017.
67. Eldawlatly A, El-Tahan MR. A survey of the current use of neuromuscular blocking drugs among the Middle Eastern anesthesiologists. *Saudi J Anaesth.* 2013;7:146-150.
68. Mencke T, Echternach M, Kleinschmidt S, Lux P, Barth V, Plinkert PK, Fuchs-Buder T. Laryngeal morbidity and quality of tracheal intubation: a randomized controlled trial. *Anesthesiology.* 2003;98:1049-1056.
69. Fuchs-Buder T. [Intubation without muscle relaxants: options and limitations]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2000;35:106-108.
70. Schlaich N, Mertzluft F, Soltesz S, Fuchs-Buder T. Remifentanyl and propofol without muscle relaxants or with different doses of rocuronium for tracheal intubation in outpatient anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44:720-726.
71. Magorian T, Flannery KB, Miller RD. Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia in adult patients. *Anesthesiology.* 1993;79:913-918.
72. Gaszynski T, Szewczyk T, Gaszynski W. Randomized comparison of sugammadex and neostigmine for reversal of rocuronium-induced muscle relaxation in morbidly obese undergoing general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2012;108:236-239.
73. Geldner G, Niskanen M, Laurila P, Mizikov V, Hubler M, Beck G, Rietbergen H, Nicolayenko E. A randomised controlled trial comparing sugammadex and neostigmine at different depths of neuromuscular blockade in patients undergoing laparoscopic surgery. *Anaesthesia.* 2012;67:991-998.
74. Girard T. Pro: rocuronium should replace succinylcholine for rapid sequence induction. *Eur J Anaesthesiol.* 2013;30:585-589.
75. Sparr HJ, Johr M. [Succinylcholine--update]. *Anaesthesist.* 2002;51:565-575.
76. Bisschops MM, Holleman C, Huitink JM. Can sugammadex save a patient in a simulated 'cannot intubate, cannot ventilate' situation? *Anaesthesia.* 2010;65:936-941.
77. McLean DJ, Diaz-Gil D, Farhan HN, Ladha KS, Kurth T, Eikermann M. Dose-dependent Association between Intermediate-acting Neuromuscular-blocking Agents and Postoperative Respiratory Complications. *Anesthesiology.* 2015;122:1201-1213.
78. Nemes R, Fulesdi B, Pongracz A, Asztalos L, Szabo-Maak Z, Lengyel S, Tassonyi E. Impact of reversal strategies on the incidence of postoperative residual paralysis after rocuronium

- relaxation without neuromuscular monitoring: A partially randomised placebo controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2017;34:609-616.
79. Debaene B, Plaud B, Dilly MP, Donati F. Residual paralysis in the PACU after a single intubating dose of nondepolarizing muscle relaxant with an intermediate duration of action. *Anesthesiology.* 2003;98:1042-1048.
80. Brull SJ, Kopman AF. Current Status of Neuromuscular Reversal and Monitoring: Challenges and Opportunities. *Anesthesiology.* 2017;126:173-190.
81. Kotake Y, Ochiai R, Suzuki T, Ogawa S, Takagi S, Ozaki M, Nakatsuka I, Takeda J. Reversal with sugammadex in the absence of monitoring did not preclude residual neuromuscular block. *Anesth Analg.* 2013;117:345-351.
82. Jones RK, Caldwell JE, Brull SJ, Soto RG. Reversal of profound rocuronium-induced blockade with sugammadex: a randomized comparison with neostigmine. *Anesthesiology.* 2008;109:816-824.
83. Keus F, Gooszen HG, van Laarhoven CJ. Open, small-incision, or laparoscopic cholecystectomy for patients with symptomatic cholecystolithiasis. An overview of Cochrane Hepato-Biliary Group reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010:CD008318.
84. Martini CH, Boon M, Bevers RF, Aarts LP, Dahan A. Evaluation of surgical conditions during laparoscopic surgery in patients with moderate vs deep neuromuscular block. *Br J Anaesth.* 2014;112:498-505.

## Thesen

1. Ein „web-basierter“ Fragebogen als Instrument zur Umfrage unter einer großen Gruppe von leitenden Anästhesieärzten hat eine deutlich schlechtere Rücklaufquote und damit auch ein zu erwartendes „Interessen Bias“ unter den Antwortenden als vorhergehende papiergebundene Umfragen zum Thema.
2. Die Rücklaufquote in der vorliegenden „online“ Umfrage unter Deutschen Anästhesisten ist mit den Rücklaufquoten von „online“ Umfragen in anderen Ländern vergleichbar.
3. Wesentliche Kriterien der Strukturqualität eines den Empfehlungen entsprechenden Managements der Muskelrelaxation sind ein klinikeigenes SOP zum Atemwegsmanagement und die technische Ausstattung mit quantitativem NMM.
4. Die apparative Verfügbarkeit von NMM im OP-Bereich ist im Vergleich zu 2000 und 2005 noch einmal verbessert.
5. In 70% der antwortenden Kliniken war ausschließlich ein nur qualitatives Monitoring vorhanden. Damit sind die wissenschaftlichen Empfehlungen zur Vermeidung einer postoperativen Restrelaxierung nicht umzusetzen.
6. Dass 14% der Befragten die Relaxierung bei fortgesetzter intraoperativer Blockade ausschließlich nach klinischen Zeichen, festgelegten Zeitintervallen oder nach Rückmeldung durch den Operateur steuern, steht nicht in Übereinstimmung mit den Empfehlungen entsprechend der wissenschaftlichen Datenlage.
7. Das MR Rocuronium hat das MR Succinylcholin als häufigstes Medikament zur RSI abgelöst. Diese Tatsache kann darauf zurückgeführt werden, dass entsprechend den vorliegenden Angaben 86% der Kliniken Sugammadex als Medikament vorhalten. Dabei gaben 24% der Befragten an, dass sie Sugammadex auch im Rahmen der geplanten tiefen Relaxierung bis zum OP-Ende als Revisor einsetzen.
8. Die kontinuierliche Zunahme des Anteils laparoskopischer Operationen hat bei den Anästhesisten zu einer Adoption der Vollrelaxierung als ein mögliches Konzept der OP-Feld Optimierung geführt. 60% der antwortenden Kliniken

nutzen die Vollrelaxierung in diesem Operationsgut in unterschiedlicher klinischer Umsetzung.

9. Die Verfügbarkeit von elektronischen Datenbanken über die klinischen Anwendungsroutinen zum Medikamenteneinsatz, Verwendung spezifischer Prozeduren oder der Dokumentation von Ergebnisqualität ist entsprechend dieser Umfrage nur zwischen 10 bis 50% in den Kliniken verfügbar.

## Anhang

### 1. Anschreiben zur Email

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

wir bitten Sie heute um Unterstützung bei einer Analyse **zum aktuellen Stand des Managements der Muskelrelaxierung** in unseren Anästhesiekliniken und Anästhesiepraxen.

Die letzte Deutsche Umfrage zur „Statuserfassung“ zu diesem Thema ist mehr als 10 Jahre her. In dieser Zeit haben sich für viele Indikationen des abdominalen Operierens laparoskopische Techniken einschließlich der navigierten Verfahren durchgesetzt. Im Zuge dieser Entwicklung gibt es wissenschaftliche Hinweise und klinische Erfahrungen, dass die Tiefe der Relaxierung und deren Steuerung zu einem „**outcome relevanten**“ **Faktor** geworden ist, wie das allgemein bei ophthalmologischen und bei einigen intrakraniellen Operationen seit langem akzeptiert ist. Weiterhin ist seit mehr als 10 Jahren neben der medikamentösen **Antagonisierung** einer abklingenden Vollrelaxierung mittels Acetylcholinesterasehemmung die medikamentöse **Reversierung** einer sogar tiefen Vollrelaxierung bei Verwendung von Steroidrelaxantien zu jedem Zeitpunkt möglich. Die wissenschaftliche Datenlage ist dahingehend eindeutig, dass eine klinisch relevante Restrelaxierung erst ab einem TOF Quotienten von  $\geq 0,9$  ausgeschlossen werden kann. Klinische Zeichen sind nicht ausreichend, um dies sicher nachzuweisen. Daraus ergibt sich die Frage, ob nach dem Einsatz nichtdepolarisierender Muskelrelaxantien ein **quantitatives neuromuskuläres Monitoring** immer notwendig ist.

Die verantwortlichen Anästhesisten in den Kliniken und Praxen müssen sich mit diesen Veränderungen auseinandersetzen. Die Anforderungen durch das Operative Spektrum, veränderte Evidenz zu Nebenwirkungen und Komplikationen anästhesiologischer Maßnahmen und innovative pharmakologische Möglichkeiten sind von ihnen zu bewerten. Dabei ist neben der Berücksichtigung des aktuellen Standes der Wissenschaften in der täglichen Praxis auch das Gebot der Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen.

Die Umfrage richtet sich ausschließlich an die Leitenden Anästhesistinnen und Anästhesisten in stationären und ambulanten Anästhesie-Einrichtungen und **nimmt ca. 5 min Ihrer Zeit in Anspruch**. Die Befragung ist anonym. Ihre Daten werden nur für wissenschaftliche Zwecke der Studie verwendet. Die erhobenen Daten sollen Teil eines Promotionsverfahrens werden. Auswertungen finden lediglich auf Gruppenebene statt. Wir können Ihre Identität auf Basis dieser Daten nicht rückverfolgen. Ihre Daten werden auf passwortgeschützten Laufwerken gespeichert.

Mit dem Klick auf den Link (sollte der Link in Ihrem Anschreiben nicht „aktiv“ sein dann bitte Link in die Browser-Befehlszeile kopieren und „ENTER“):

<https://forms.gle/P8VXDgAHs76m7ViR9>

starten Sie den Fragebogen.

Die Online-Umfrage ist für Sie bis zum 09.11.2020 zugänglich. Die gesamte Befragung dauert ca. 5 Minuten.

#### Hinweise zum Datenschutz im Rahmen der Befragung

Verantwortlich für diese Befragung ist die Universitätsklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Univ. Prof. Dr. Michael Bucher, in Zusammenarbeit mit der Klinik für Anästhesie, Notfallmedizin, Operative Intensivmedizin und Schmerztherapie des Klinikums Wolfsburg, Prof. apl. Dr. Matthias Menzel.

Im Rahmen dieser Befragung ist mit Ihrer Teilnahme auch Ihr Einverständnis verbunden, dass wir Ihre Daten erheben, speichern und auswerten dürfen. Deshalb ist keine gesonderte Unterschrift nötig. Sollten Sie damit nicht einverstanden sein, bitten wir Sie, die Befragung gar nicht erst zu beginnen. Dadurch entstehen Ihnen keinerlei Nachteile.

Wir bedanken uns im Voraus sehr herzlich für Ihre Teilnahme.

## 2. Fragebogen

**Hinweis:** Die Fragen bitte grundsätzlich mit „Einfachnennung“ beantworten – außer, wenn [Mehrfachnennung möglich] angezeigt ist.

--	--	--	--	--

**Postleitzahl**

### Ärztliche Tätigkeit als:

- Arzt in eigener Praxis
- Leitender Krankenhausarzt

### wenn Arzt in eigener Praxis

- Amb. OP-Zentrum
- wechselnde Einsatzorte

### wenn Leitender Krankenhausarzt - Versorgungsstufe Krankenhaus

(entsprechend Kategorien Sachsen-Anhalt)

- Basisversorgung
- Schwerpunktversorgung
- Spezialversorgung
- Universitäre Versorgung

### wenn Leitender Krankenhausarzt – Trägerschaft

- Kommunal/Land
- Privat
- Konfessionell

### **Aufwachraum**

- nicht vorhanden
- ≤ 10 Betten
- > 10 Betten

### **Anästhesien bezogen auf das Krankenhaus/Praxis pro Jahr [Tausend]**

- bis 2
- >2 - ≤4
- >4 - ≤8
- >8 - ≤12
- >12 - ≤20
- > 20
- Angabe geschätzt
- Angabe aus einem KIS/PDMS

### **Anteil von Allgemeinanästhesien [%]**

- bis 50
- 51 - 60
- 61 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100
- Angabe geschätzt
- Angabe aus einem KIS/PDMS

### **davon Intubationen [%]**

- bis 50
- 51 - 60
- 61 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100
- Angabe geschätzt
- Angabe aus einem KIS/PDMS

### **Gibt es in Ihrer Einrichtung eine SOP zum Muskelrelaxantienmanagement**

im Rahmen des Atemwegsmanagements

- ja
- nein

im Rahmen der OP-Feld Optimierung

- ja
- nein

zur Vermeidung einer postoperativen Restcurarisierung (PORC)

ja  nein

**Verfügbarkeit neuromuskuläres Monitoring (NMM) [Mehrfachnennung möglich]**

OP  alle Säle  einige Säle  nicht vorhanden

Einzelgeräte

Module

qualitatives Monitoring

quantitatives Monitoring

AWR  alle Plätze  einige Plätze  nicht vorhanden

Einzelgeräte

Module

qualitatives Monitoring

quantitatives Monitoring

**Intubation ohne Aspirationsgefahr bei Erwachsenen (elektiv, nüchtern und ohne für das Atemwegsmanagement relevante Co-Morbidität)**

Relaxierung

immer  überwiegend  nie

wenn ja, mit [Mehrfachnennung möglich]

nicht depolarisierenden Muskelrelaxantien (NDMR)

depolarisierenden Muskelrelaxantien (DMR/Succinylcholin)

wenn ja

Intubationsdosis des Relaxans ohne vorhergehende kontrollierte

Maskenbeatmung

immer  situationsabhängig  nie

Welche Substanzen verwenden Sie [%]?

*[Mehrfachnennung möglich]*

Atracurium 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Cisatracurium 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Rocuronium 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Vecuronium 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Mivacurium 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Succinylcholin 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Pancuronium 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Angaben geschätzt

Angaben aus einem KIS/PDMS

Welcher Aspekt bestimmt die Medikamentenwahl am maßgeblichsten?

Pharmakokinetik  Nebenwirkungsspektrum

Kosten  Vorgaben des Trägers

andere

### **Rapid Sequence Induction bei Erwachsenen**

Welche Substanzen verwenden Sie [%]?

*[Mehrfachnennung möglich]*

Rocuronium 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

Succinylcholin 0-20  21-40  41-60  61-80  81-100

andere Muskelrelaxantien (MR)

Angaben geschätzt

Angaben aus einem KIS/PDMS

Welcher Aspekt bestimmt die Medikamentenwahl am maßgeblichsten?

- Pharmakokinetik       Nebenwirkungsspektrum  
 Kosten                       Vorgaben des Trägers  
 andere

### **Einsatz des Neuromuskulären Monitorings**

Kalibrierung vor Verabreichung des MR

- immer  
 bei geplanter intraoperativer Relaxierung  
 nie

Steuerung der Folgegaben des MR bei fortgesetzter Relaxierung nach Abklingen der Intubationsdosis

*[Mehrfachnennung möglich]*

- nach neuromuskulärem Monitoring  
 nach klinischen Zeichen  
 nach festen Zeitintervallen  
 nach Rückmeldung Operateur  
 andere

Wie verabreichen Sie die Folgegaben des MR bei fortgesetzter Relaxierung nach Abklingen der Intubationsdosis?

*[Mehrfachnennung möglich]*

- kontinuierlich       diskontinuierlich (repetitiv)       kombiniert

Wenden Sie einen sog. „deep block“ (tiefe Relaxierung, TOF 0, PTC 2-3) bei laparoskopischen Operationen und einer OP-Dauer > ca. 90 Min. an?

- immer
- in Absprache mit Operateur
- nie
- patientenbezogene Fallentscheidung

Wenn ja, welches Stimulationsmuster verwenden Sie zur Steuerung?

- TOF
- TOF + PTC
- DBS
- keines

Welche Substanzen verwenden Sie [%]?

*[Mehrfachnennung möglich]*

- |                          |                               |                                |                                |                                |                                 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Atracurium               | 0-20 <input type="checkbox"/> | 21-40 <input type="checkbox"/> | 41-60 <input type="checkbox"/> | 61-80 <input type="checkbox"/> | 81-100 <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |                               |                                |                                |                                |                                 |
| Cisatracurium            | 0-20 <input type="checkbox"/> | 21-40 <input type="checkbox"/> | 41-60 <input type="checkbox"/> | 61-80 <input type="checkbox"/> | 81-100 <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |                               |                                |                                |                                |                                 |
| Rocuronium               | 0-20 <input type="checkbox"/> | 21-40 <input type="checkbox"/> | 41-60 <input type="checkbox"/> | 61-80 <input type="checkbox"/> | 81-100 <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |                               |                                |                                |                                |                                 |
| Vecuronium               | 0-20 <input type="checkbox"/> | 21-40 <input type="checkbox"/> | 41-60 <input type="checkbox"/> | 61-80 <input type="checkbox"/> | 81-100 <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |                               |                                |                                |                                |                                 |
| Mivacurium               | 0-20 <input type="checkbox"/> | 21-40 <input type="checkbox"/> | 41-60 <input type="checkbox"/> | 61-80 <input type="checkbox"/> | 81-100 <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |                               |                                |                                |                                |                                 |
| Succinylcholin           | 0-20 <input type="checkbox"/> | 21-40 <input type="checkbox"/> | 41-60 <input type="checkbox"/> | 61-80 <input type="checkbox"/> | 81-100 <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |                               |                                |                                |                                |                                 |
| Pancuronium              | 0-20 <input type="checkbox"/> | 21-40 <input type="checkbox"/> | 41-60 <input type="checkbox"/> | 61-80 <input type="checkbox"/> | 81-100 <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |                               |                                |                                |                                |                                 |

- Angaben geschätzt
- Angaben aus einem KIS/PDMS

Verwenden Sie neuromuskuläres Monitoring vor/nach Extubation?

- immer
- patientenbezogene Fallentscheidung
- nach Ankunft im AWR
- nie

### **Vermeidung von postoperativer Restcurarisierung**

Wann setzen Sie indirekte Parasympathomimetika zur Antagonisierung ein?

- immer (bei Anwendung NDMR)
- patientenbezogene Fallentscheidung
- bei TOF Ratio  $< 0,9$  / Fading
- nach klinischen Zeichen
- nie

Wenn Sie keine Antagonisierung durchführen, basiert die Entscheidung auf:

- der verwendeten Substanz (NDMR)
- der totalen Dosis-Zeit-Betrachtung
- dem Abstand zur letzten Dosis
- dem Fehlen klinischer Zeichen einer Restcurarisierung
- einer TOF Ratio  $> 0,9$  / kein Fading
- keine dieser Kategorien

Halten Sie in Ihrer Einrichtung Sugammadex vor?

- ja
- nein

Wenn ja, wie verwenden Sie Sugammadex zur Reversierung einer Restblockade durch Rocuronium/Vecuronium? *[Mehrfachnennung möglich]*

- im Rahmen des notfallmäßigen Atemwegsmanagements
- bei ungeplanter Restcurarisierung und TOF = 0
- bei ungeplanter Restcurarisierung und TOF  $\geq 1$
- bei geplanter Relaxierung bis zum OP-Ende (PTC < 3, TOF = 0)
- patientenbezogene Fallentscheidung

**Sollten die Empfehlungen der DGAI zu den Mindestanforderungen an die Ausstattung des anästhesiologischen Arbeitsplatzes von 2013 (Anästh Intensivmed 2013; 54:39-42) um die Vorhaltung eines apparativen neuromuskulären Monitorings als Kategorie „essenziell - Arbeitsplatz“ ergänzt werden?**

- ja
- nein
- Enthaltung

Haben Sie besten DANK, dass Sie sich die Zeit zur Beantwortung der Fragen genommen haben. Wir hoffen, die Ergebnisse möglichst bald für die zur Verfügung stellen zu können.

## Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich nachfolgenden Personen besonderen Dank entgegenbringen. Ohne ihre Hilfe wäre diese Promotionsarbeit nicht zustande gekommen:

Mein Dank gilt zu allererst Prof. Bucher, meinem Doktorvater, für die Überlassung des Promotionsthemas, sowie für die Betreuung und Hilfestellung während des gesamten Prozesses.

Ebenfalls danke ich sehr herzlich Frau Müller-Böhme ohne deren organisatorische Kompetenzen und deren Einsatz die Umfrage in dieser Form nicht verwirklicht worden wäre.

Zuletzt möchte ich mich noch bei meiner Familie bedanken, ohne deren Unterstützung und Verständnis, die Arbeit an dieser Dissertation nicht möglich gewesen wäre.

## Erklärung über frühere Promotionsversuche und Selbständigkeitserklärung (mit Unterschrift)

Ich erkläre hiermit, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Alle Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis wurden eingehalten; es wurden keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht.

Ich versichere, dass ich keine vorhergehenden Promotionsversuche an einer deutschen Hochschule betreibe.

Wolfsburg, den 13.05.2022

Friederike Menzel