

Klinik für Anaesthesiologie
der Technischen Universität München
Klinikum rechts der Isar
(Direktor: Univ. - Prof. Dr. E. Kochs)

**Muskelrelaxanzien in Deutschland 2005:
Ein Vergleich zwischen den Anwendungsgewohnheiten in
Krankenhaus und Praxis**

Barbara Wallek

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der
Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier
Prüfer der Dissertation: 1. apl. Prof. Dr. M. Blobner
2. Univ.-Prof. Dr. E. Kochs

Die Dissertation wurde am 14.12.2005 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Medizin am 29.03.2006 angenommen.

meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Geschichte der Muskelrelaxanzien	5
1.2	Neuromuskuläre Übertragung.....	6
1.3	Muskelrelaxanzien	7
1.3.1	Depolarisierende Muskelrelaxanzien	7
1.3.2	Nicht-depolarisierende Muskelrelaxanzien.....	8
1.4	Heutiger Stellenwert der Muskelrelaxanzien.....	9
1.5	Ziel der Arbeit.....	10
2	Methode	11
3	Ergebnisse.....	15
3.1	Umfrage-Rücklauf und Auswertung.....	15
3.2	Anästhesiestruktur in Krankenhäusern und Praxen	15
3.3	Anwendung von Muskelrelaxanzien in Krankenhäusern und Praxen.....	17
3.3.1	Anzahl verfügbarer Muskelrelaxanzien	17
3.3.2	Verfügbarkeit einer Substanz	18
3.3.3	Individueller Gebrauch der einzelnen Muskelrelaxanzien bei Routine- und Blitzintubation.....	20
3.3.4	Einleitungstechniken bei Routine- und Blitzintubation	24
3.3.5	Wünsche an Muskelrelaxanzien.....	26
3.3.6	Wahl des Muskelrelaxans in Abhängigkeit von den Wünschen nach bestimmten Eigenschaften der Muskelrelaxanzien, vom neuromuskulären Monitoring und von der Art der Anästhesieeinrichtung.....	28
4	Diskussion	32

5	Zusammenfassung	38
6	Literaturverzeichnis	40
7	Danksagung	43
8	Lebenslauf	44

1 Einleitung

1.1 Geschichte der Muskelrelaxanzien

Die Geschichte der Muskelrelaxanzien reicht zurück in die Kultur der Indianer im Amazonasdelta. Dort wurden Curare-Extrakte aus der Pflanze *Chondrodendron tomentosum* gewonnen und als Pfeilgift zur Jagd verwendet (D'Anghiera 1516, S. 154-155). Die pharmakologische Wirkung des Giftes untersuchte jedoch erst Claude Bernard (1811 – 1878) im 19. Jahrhundert. Er fand heraus, dass Curare einen Muskel für Nervenimpulse unempfindlich macht und ihn lähmt. Eine Kontraktion des Muskels ist aber durch eine direkte Reizung weiterhin möglich. Bernard schloss daraus, dass die Wirkung auf einer Übertragungshemmung der Nervenimpulse beruht (Bernard 1864, S. 169; Bernard 1857, S. 311-312). Diese Entdeckung stellt einen Meilenstein in der Erforschung der Schnittstelle zwischen Nerv und Muskel dar: der neuromuskulären Endplatte. Erste dokumentierte Anwendung als klinisches Muskelrelaxans fand Curare im Jahre 1912 durch Artur Läwen (1876 – 1958), welcher als Chirurg bereits damals monierte: „ein großer Übelstand bei oberflächlicher Narkose ist der, dass die Kranken, namentlich bei der Bauchdeckennaht, die Bauchdeckenmuskulatur übermäßig anspannen.“ Abhilfe war auch damals schnell gefunden: „Ich habe bisher Erwachsenen die Curarinlösungen ... subkutan oder intramuskulär ... in der größten Dosis von 0,8 mg gegeben. Bei dieser Dosierung war die Wirkung bei der Bauchdeckennaht sehr angenehm“ (Läwen 1912, S. 169-172). Zu beachten bleibt aber, dass ein gesicherter Atemweg und eine kontrollierte Beatmung zur damaligen Zeit gänzlich unbekannt waren und dass Läwens Patienten trotz Curare-Injektion wohl spontan atmeten. Erst in den 40er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts fand ein Curare-Präparat in Amerika weitverbreitete klinische Anwendung in der Anästhesie (Griffith 1942, S. 418). Der eigentliche Wirkstoff des Curare wurde 1943 als d-Tubocurarin identifiziert (Wintersteiner 1943, S. 467). Die Weiterentwicklung der Muskelrelaxanzien

fürhte mit der Herstellung einer ganzen Palette unterschiedlicher Medikamente dazu, dass Muskelrelaxanzien heutzutage im Rahmen des Konzeptes der balancierten Anästhesie routinemäßig verwendet werden. Sie erleichtern durch die reversible medikamentöse Paralyse der Patienten die endotracheale Intubation und verbessern die Operationsbedingungen. In der Intensivmedizin werden Muskelrelaxanzien gelegentlich angewendet, um eine maschinelle Beatmung der Patienten zu erleichtern, den Sauerstoffverbrauch zu senken oder Anstiege des intrakraniellen Druckes abzuschwächen, wie sie während Husten und Pressen der Patienten, zum Beispiel während endotrachealer Absaugung, auftreten können.

1.2 Neuromuskuläre Übertragung

Wirkort der Muskelrelaxanzien ist die neuromuskuläre Endplatte. Diese ist die Schnittstelle zwischen einem motorischen Nerv und der von ihm innervierten Muskelfasern. Um Signale des Nerven auf den Muskel zu übertragen, bedarf es Botenstoffe (Transmitter); im Falle der neuromuskulären Endplatte ist dies das Azetylcholin. Wenn ein Aktionspotential des Axons das präterminale Nervenende erreicht, fusionieren Azetylcholin enthaltende Vesikel mit der präsynaptischen Axonmembran und entleeren Azetylcholin exozytotisch in den neuromuskulären Spalt. Azetylcholin diffundiert durch den synaptischen Spalt und bindet an postsynaptische Azetylcholinrezeptoren der Muskeloberfläche. Diese Bindung des Azetylcholins an seinen Rezeptor bewirkt eine Ionenverschiebung mit einer Erhöhung des Endplattenpotentials von -70 mV (Ruhepotential) auf über -50 mV. Dies aktiviert die spannungsabhängigen Natriumkanäle der angrenzenden Muskelfaser, welche ihrerseits ein Muskelmembranpotential auslösen. Durch eine nachfolgende Kaskade an zellulären Prozessen kommt es schlussendlich zu einer Kontraktion des Muskels (Martyn 1992, S. 830-833). Muskelrelaxanzien binden nun an den Azetylcholinrezeptor und verhindern damit die physiologische Bindung von Azetylcholin. Eine Erregung der Muskelfaser mit nachfolgender Muskelkontraktion kann somit nicht initiiert werden. Der Muskel ist relaxiert.

1.3 Muskelrelaxanzien

1.3.1 Depolarisierende Muskelrelaxanzien

Das einzige klinisch verwendete depolarisierende Muskelrelaxans ist Succinylcholin. Strukturell ist Succinylcholin die Verbindung von zwei Azetylcholinmolekülen. Dies ermöglicht daher eine echte Bindung an den Azetylcholinrezeptor mit nachfolgender Öffnung des Ionenkanals. Succinylcholin kann jedoch nicht durch die Azetylcholinesterase gespalten werden, was somit zu einer Dauerdepolarisation des Rezeptors führt. Ein Verschluss des Rezeptorkanals erfolgt erst nach spontaner Ablösung des Succinylcholins vom Rezeptor. Bis zu seiner Diffusion aus dem synaptischen Spalt kann sich Succinylcholin mehrfach an den Azetylcholinrezeptor binden und die Bindungsstelle dem Azetylcholin unzugänglich machen. Nach Diffusion von Succinylcholin aus dem synaptischen Spalt wird es im Plasma durch die Plasma (Pseudo-)cholinesterase hydrolysiert (Lee 2003, S. 145-146).

Succinylcholin ist hinsichtlich seines pharmakokinetischen Profils mit einer kurzen Anfallszeit, einer kurzen Wirkdauer und einer schnellen Erholungszeit das idealste der verfügbaren Muskelrelaxanzien. Als Rezeptoragonist bindet es jedoch nicht nur an Azetylcholinrezeptoren der neuromuskulären Endplatte, sondern stimuliert auch nikotinerge Azetylcholinrezeptoren autonomer Ganglien und muskarinerge Azetylcholinrezeptoren des Sinusknotens. Dadurch kann es zu diversen Rhythmusstörungen wie Bradykardien, Tachykardien, AV-Knotenrhythmen bis hin zu ventrikulären Arrhythmien kommen. Vor allem Kinder sind dafür prädisponiert. An der neuromuskulären Endplatte hat die Bindung von Succinylcholin neben der erwünschten Muskelrelaxation auch noch weitere unerwünschte Wirkungen. So führen die induzierten Muskelfaszikulationen neben Myalgien zu einer Erhöhung des intragastralen, des intraokulären und des intrakraniellen Drucks. Darüber hinaus gilt Succinylcholin als Trigger-substanz für die maligne Hyperthermie und kann Rhabdomyolysen induzieren. Besonders

gefürchtet im anästhesiologischen Alltag ist aber die durch Succinylcholin induzierte Hyperkaliämie. Diese kommt bei einer Überexpression von Azetylcholinrezeptoren zustande, wie z.B. nach Denervation, bei Lähmungen, Immobilisation und Verbrennungen. Durch die zahlenmäßige Vermehrung der Rezeptoren und einer Veränderung in der Zusammensetzung der Untereinheiten kommt es nach Bindung von Succinylcholin zu einem vermehrten Kaliumausstrom aus der Zelle. Kommt es infolgedessen zu pathologisch hohen Kaliumspiegeln im Serum, können kardiale Arrhythmien bis hin zum Kammerflimmern ausgelöst werden (Martyn 1992, S. 822-824).

1.3.2 Nicht-depolarisierende Muskelrelaxanzien

Nicht-depolarisierende Muskelrelaxanzien binden ebenfalls an den Azetylcholinrezeptor, jedoch nicht an der Bindungsstelle für Azetylcholin. Sie haben im Gegensatz zu Azetylcholin keine intrinsische Aktivität. Damit öffnen sie weder den Ionenkanal noch depolarisieren sie die Endplatte. Sie wirken einzig durch dadurch, dass sie eine Bindung von Azetylcholin verhindern. Zwischen Azetylcholin und dem nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanzis herrscht somit Konkurrenz um die Bindung an den Rezeptor. Ob das Muskelrelaxans oder Azetylcholin am Rezeptor bindet, hängt nur von der jeweiligen Konzentration der Liganden im neuromuskulären Spalt ab. Sobald das Muskelrelaxans aus dem neuromuskulären Spalt diffundiert, steigt wieder die relative Konzentration von Azetylcholin und damit auch dessen Bindungswahrscheinlichkeit. Der Effekt des nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans lässt somit nach (Lee 2003, S. 152).

Nicht-depolarisierende Muskelrelaxanzien werden anhand ihrer chemischen Struktur in zwei Gruppen unterteilt: Benzylisochinoline und Steroidmuskelrelaxanzien. Benzylisochinoline umfassen die Substanzen Atracurium, Cisatracurium und Mivacurium, Steroidmuskelrelaxanzien sind Rocuronium, Pancuronium, Vecuronium und Alcuronium. Da nicht-

depolarisierende Muskelrelaxanzien Antagonisten am Azetylcholinrezeptor sind, haben sie kaum Rezeptor-vermittelte unerwünschte Wirkungen. Lediglich die Steroidmuskelrelaxanzien zeigen durch eine Blockade der muscarinergen Rezeptoren am Sinusknoten eine vagolytische Potenz. Charakteristische Nebenwirkung von Benzylisochinolininen ist eine dosisabhängige Histaminliberation (Lee 2001, S. 761).

1.4 Heutiger Stellenwert der Muskelrelaxanzien

Muskelrelaxanzien sind integraler Bestandteil der modernen balancierten Intubationsanästhesie. Sie reduzieren den Bedarf an Narkosemitteln, erleichtern die Operationsbedingungen und tragen in höchstem Maße dazu bei, Larynxtraumata bei Intubationen zu verringern (Fuchs-Buder 2001, S. 53; Mencke 2003, S. 1051). Eine vor fünf Jahren durchgeführte deutschlandweite Studie unter allen bei der DGAI-gemeldeten niedergelassenen Anästhesisten und den Leitern von Anästhesieeinrichtungen konnte zum ersten Mal die Anwendungsgewohnheiten der Anästhesisten im Hinblick auf Muskelrelaxanzien darlegen (Blobner 2003, S. 427-434). So war im Jahr 2000 Succinylcholin, trotz der emotional geführten Diskussionen um seinen Einsatz, das am häufigsten verwendete Muskelrelaxans sowohl zur Routine- als auch zur Blitzintubation. Bei der Routineeinleitung folgte – was die Anwendungshäufigkeit betrifft - eine Dreiergruppe mit Atracurium, Vecuronium und Mivacurium, anschließend Cisatracurium, Rocuronium und Pancuronium. Ein eindeutig bevorzugtes Muskelrelaxans ließ sich jedoch nicht erkennen. Bei der Blitzintubation wurden alle nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanzien deutlich seltener als Succinylcholin eingesetzt. Die Einleitungsmethoden Präcurarisierung, Priming und Timing wurden bei Patienten mit und ohne Aspirationsrisiko häufig verwendet (Geldner 2003, S. 438; Hofmockel 2003, S. 516).

1.5 Ziel der Arbeit

Um Trends im Gebrauch aller Muskelrelaxanzien zu verfolgen, starteten wir 2005 eine ebenso angelegte erneute Befragung. Dabei entschlossen wir uns, bei der Auswertung unserer Umfrage einen Schwerpunkt auf den Vergleich der Anwendungsgewohnheiten von Muskelrelaxanzien in Anästhesiepraxen und Krankenhäusern zu legen. Ein Grund dafür ist die stetige Zunahme der niedergelassenen Anästhesisten in Deutschland. Hinzukommt, dass trotz der wachsenden Bedeutung und Umsetzung ökonomischer Aspekte in Krankenhäusern niedergelassene Anästhesisten diesbezüglich anderen Zwängen und Rahmenbedingungen unterworfen sind. So sind Muskelrelaxanzien nach wie vor einer der größten Kostenblöcke im Medikamentenbudget von Anästhesieabteilungen, wengleich auslaufende Patente, Anbieter neuer Generika und drastische Preisnachlässe seitens der Pharmafirmen zu einer 15 – 25 %igen Kostenreduktion führten. Interessant ist es daher zu sehen, ob sich Faktoren wie z.B. selbständiges Unternehmertum, vorselektiertes Patientengut und Größe der Einrichtung auf den Einsatz von Muskelrelaxanzien auswirken und ob diese sich zusätzlich in den gewünschten Eigenschaften für ein „ideales“ Muskelrelaxans widerspiegeln.

2 Methode

Wir erstellten einen Erhebungsbogen, der nach der Anwendung von Muskelrelaxanzien im klinischen Alltag fragt. Im Februar 2005 wurden insgesamt 3260 Erhebungsbögen an die Leiter deutscher Anästhesieabteilungen und freier Anästhesiepraxen geschickt. Nach vier Wochen erhielten alle Einrichtungen, die in dieser Frist nicht geantwortet hatten, einen zweiten Erhebungsbogen. Den beiden Aussendungen legten wir einen frankierten Rücksendeumschlag und einen Bleistift zur vereinfachten Bearbeitung der Erhebungsbögen bei. Die Erhebungsbögen hatten Felder, die zur Beantwortung markiert werden mussten. Sie wurden mit dem optischen Markierungsleser Kaiser OMR 40 (Kaiser Datentechnik GmbH, Nürnberg, Deutschland) einzeln eingelesen und als Tabelle in ein SPSS-Datenblatt ausgegeben (SPSS für Windows 13.0, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

Der Erhebungsbogen (Abbildung 1) enthält 7 Abschnitte und ist dem des Jahres 2000 nahezu identisch (Blobner 2003, S. 429); lediglich die Teile des Bogens, die die Struktur der Abteilung beschreiben, wurden auf die relevanten Eigenschaften gekürzt. Im ersten Abschnitt des Erhebungsbogens sollte die Art der Einrichtung bzw. der Versorgungsauftrag angegeben werden, der zweite Abschnitt enthält Fragen zur Gesamtzahl der Anästhesie-Leistungen (bis 2.000, 2.000 bis 4.000, 4.000 bis 8.000, 8.000 bis 12.000, 12.000 bis 20.000 oder über 20.000 Anästhesien pro Jahr), zum relativen Anteil an Allgemeinanästhesien und zum Anteil von Intubationen bei den Allgemeinanästhesien (bis 50%, 51-60%, 61-70%, 71-80%, 81-90%, 91-100%). Im Abschnitt 3 sollten die Anwendungsgewohnheiten für den Gebrauch der in Deutschland verfügbaren Muskelrelaxanzien und die Techniken der Muskelrelaxanziengabe zur Blitzintubation (3.1) und zur Routineeinleitung (3.2) angegeben werden. Hier wurde auch die Möglichkeit, ohne Muskelrelaxans zu intubieren, explizit erfragt, was im Bogen von 2000 nur implizit möglich gewesen war. Auf Fragen zu Substanzen, die zur Aufrechterhaltung ei-

ner neuromuskulären Blockade verwendet werden, wurde verzichtet, da in der ersten Umfrage keine Unterschiede bei den Substanzen für die Intubation bzw. die Repetition beobachtet wurden (Geldner 2003, S. 438). Abschnitt 4 und 5 behandeln die Anwendungsgewohnheiten für das neuromuskuläre Monitoring, deren Auswertung jedoch nicht Teil dieser Dissertation ist. Im Abschnitt 6 (Wünsche für den Einsatz von Muskelrelaxanzien) wurde nach Eigenschaften von Muskelrelaxanzien gefragt, die bei der Auswahl einer Substanz besonders relevant sind. Von zehn wünschenswerten Eigenschaften von Muskelrelaxanzien sollten genau drei ausgewählt werden. Zusätzlich fragten wir nach Möglichkeiten, das neuromuskuläre Monitoring zu begünstigen, und nach dem Wunsch für einen nicht-depolarisierenden Succinylcholinersatz. Zum Schluss sollte noch angegeben werden, ob die gesamten Angaben auf einer Datenerhebung oder einer Schätzung basieren.

Die Anwendungsgewohnheiten im Abschnitt 3.1 und 3.2 sind in Häufigkeitsintervalle zwischen „nie, 1-20%, 21-40%, 41-60%, 61-80%, 81-100%“ eingeteilt. Die Bereiche wurden unabhängig voneinander, aber nach gleichen Gesichtspunkten in mehreren Schritten untersucht. Es wurden die Häufigkeiten der Anwendungsgewohnheiten für den Gebrauch von Muskelrelaxanzien berechnet. Dargestellt sind diese Anwendungsgewohnheiten für die einzelnen Substanzen bzw. Techniken mit gestapelten Säulen. Hierbei repräsentiert die Breite der Säulen die absolute Zahl der jeweiligen Antworten, die Höhe der sechs Säulenabschnitte zeigt den relativen Anteil jeder der sechs Anwendungsgewohnheiten. Die höchste Anwendungsgewohnheit (81-100%) steht oben, der unterste Abschnitt gibt den Anteil der Erhebungsbögen an, in denen die Anwendungsgewohnheit „nie“ angekreuzt wurde.

Die Auswahl einer von acht Muskelrelaxanzien bzw. keine Substanz und einer von drei Techniken mit einer gewissen Anwendungsgewohnheit (Ordnungszahl) ist abhängig von den möglichen Alternativen. Da es sich also um voneinander abhängige, nicht-parametrische Variablen handelt, wurden sie mit dem Friedman-Test auf signifikante Unterschiede der Anwen-

dungsgewohnheiten innerhalb die jeweiligen Antwortblöcke (Abschnitt 3.1 und 3.2) untersucht. Post-hoc wurden die mittleren Rangdifferenzen verglichen.

Mit dem Erhebungsbogen sollten jedoch nicht nur Anwendungsgewohnheiten für den Gebrauch von Muskelrelaxanzien erfragt werden, sondern es sollte auch aus diesen Angaben auf mögliche Einflüsse auf die jeweiligen Anwendungsgewohnheiten geschlossen werden. Solche Einflüsse könnten aus den Wünschen nach den Eigenschaften der Muskelrelaxanzien, aber auch aus der Größe und Art der Einrichtungen (Abschnitt 1) oder aus der Anzahl der Anästhesieleistungen (Abschnitt 2) abgeleitet werden. Wir verwendeten daher aus den Abschnitten 1, 2, und 6 alle denkbaren dichotomen Kriterien und korrelierten sie mit den Anwendungsgewohnheiten.

Ein geeignetes Verfahren, Korrelationen zwischen den Anwendungsgewohnheiten und den denkbaren solchen dichotomen Kriterien zu prüfen, sind logistische Regressionen. Die Kriterien dienen als abhängige Merkmale. Die Häufigkeit des Einsatzes der verschiedenen Muskelrelaxanzien ist die unabhängige Variable mit den 6 Ausprägungen: „nie“:= 0; „1-20%“:= 1; „21-40%“:= 2; „41-60%“:= 3; „61-80%“:= 4; „81-100%“:= 5. Die Analysen erfolgten für die Anwendungsbereiche Routineintubation und Blitzintubation in Krankenhaus und Praxis getrennt. Um nur solche Muskelrelaxanzien als Variablen des Regressionsmodells zu berücksichtigen, die relevant mit den Kriterien korreliert waren, wurden sie schrittweise in das Modell eingeschlossen. Dabei waren die Wahrscheinlichkeiten für den Einschluss $p < 0,01$ bzw. für den Ausschluss $p > 0,05$. Post-hoc wurden für jede aufgenommene unabhängige Variable (Muskelrelaxans) signifikante Unterschiede der einzelnen Anwendungsgewohnheiten mit dem χ^2 -Test identifiziert ($p < 0,01$). Alle Zusammenhänge, die mit Signifikanzen eindeutig belegt werden konnten, wurden in Abbildungen bzw. in Tabellen dargestellt.



Anwendung der Muskelrelaxanzien in der Klinik							11224																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1. Versorgungsauftrag				2. Anzahl der Anästhesieleistungen im Jahr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Niedergelassen <input type="checkbox"/> Krankenhaus <input type="checkbox"/> Krankenhaus der Maximalversorgung <input type="checkbox"/>				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Gesamtzahl (Tausend)</td> <td style="width: 10%;">bis 2</td> <td style="width: 10%;">2-4</td> <td style="width: 10%;">4-8</td> <td style="width: 10%;">8-12</td> <td style="width: 10%;">12-20</td> <td style="width: 10%;">darüber</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="6" style="text-align: center;">bis 50% 51-60% 61-70% 71-80% 81-90% 91-100%</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>- davon Allgemeinanästhesie</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>-- davon Intubationen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>							Gesamtzahl (Tausend)	bis 2	2-4	4-8	8-12	12-20	darüber					<input type="checkbox"/>					bis 50% 51-60% 61-70% 71-80% 81-90% 91-100%									- davon Allgemeinanästhesie	<input type="checkbox"/>				-- davon Intubationen	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Gesamtzahl (Tausend)	bis 2	2-4	4-8	8-12	12-20	darüber																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	bis 50% 51-60% 61-70% 71-80% 81-90% 91-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
- davon Allgemeinanästhesie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
-- davon Intubationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3. Relaxierung zur Intubation							3.2 Routineeinleitung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3.1 Blitzintubation (RSI)							3.2 Routineeinleitung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%;">nie</td> <td style="width: 10%;">1-20%</td> <td style="width: 10%;">21-40%</td> <td style="width: 10%;">41-60%</td> <td style="width: 10%;">61-80%</td> <td style="width: 10%;">81-100%</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Verwendete Substanzen</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Alcuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Atracurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Cisatracurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Mivacurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Pancuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Rocuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Vecuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Succinylcholin</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>keines</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Technik der Muskelrelaxanzigabe</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Priming ¹</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Präkurarisieren ²</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Timing ³</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>								nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%					Verwendete Substanzen											Alcuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Atracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Cisatracurium	<input type="checkbox"/>					Mivacurium	<input type="checkbox"/>					Pancuronium	<input type="checkbox"/>					Rocuronium	<input type="checkbox"/>					Vecuronium	<input type="checkbox"/>					Succinylcholin	<input type="checkbox"/>					keines	<input type="checkbox"/>					Technik der Muskelrelaxanzigabe											Priming ¹	<input type="checkbox"/>					Präkurarisieren ²	<input type="checkbox"/>					Timing ³	<input type="checkbox"/>					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%;">nie</td> <td style="width: 10%;">1-20%</td> <td style="width: 10%;">21-40%</td> <td style="width: 10%;">41-60%</td> <td style="width: 10%;">61-80%</td> <td style="width: 10%;">81-100%</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Verwendete Substanzen</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Alcuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Atracurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Cisatracurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Mivacurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Pancuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Rocuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Vecuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Succinylcholin</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>keines</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Technik der Muskelrelaxanzigabe</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Priming ¹</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Präkurarisieren ²</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Timing ³</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>								nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%					Verwendete Substanzen											Alcuronium	<input type="checkbox"/>					Atracurium	<input type="checkbox"/>					Cisatracurium	<input type="checkbox"/>					Mivacurium	<input type="checkbox"/>					Pancuronium	<input type="checkbox"/>					Rocuronium	<input type="checkbox"/>					Vecuronium	<input type="checkbox"/>					Succinylcholin	<input type="checkbox"/>					keines	<input type="checkbox"/>					Technik der Muskelrelaxanzigabe											Priming ¹	<input type="checkbox"/>					Präkurarisieren ²	<input type="checkbox"/>					Timing ³	<input type="checkbox"/>																																																																																																																		
	nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Verwendete Substanzen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Alcuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Atracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Cisatracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Mivacurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Pancuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Rocuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Vecuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Succinylcholin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
keines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Technik der Muskelrelaxanzigabe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Priming ¹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Präkurarisieren ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Timing ³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Verwendete Substanzen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Alcuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Atracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Cisatracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Mivacurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Pancuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Rocuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Vecuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Succinylcholin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
keines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Technik der Muskelrelaxanzigabe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Priming ¹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Präkurarisieren ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Timing ³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4. Aufrechterhaltung der Muskelrelaxierung und neuromuskuläre Erholung							5. Apparatives neuromuskuläres Monitoring																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%;">nie</td> <td style="width: 10%;">1-20%</td> <td style="width: 10%;">21-40%</td> <td style="width: 10%;">41-60%</td> <td style="width: 10%;">61-80%</td> <td style="width: 10%;">81-100%</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Nachrelaxierung ⁴</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Kriterien für die Nachrelaxation</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Klinische Zeichen/Operateur</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Feste Zeitintervalle</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Neuromuskuläres Monitoring</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Indikationstellung für Antagonisierung der Muskelrelaxation</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Klinische Zeichen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Neuromuskuläres Monitoring</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Routinemäßig</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>								nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%					Nachrelaxierung ⁴	<input type="checkbox"/>					Kriterien für die Nachrelaxation											Klinische Zeichen/Operateur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Feste Zeitintervalle	<input type="checkbox"/>					Neuromuskuläres Monitoring	<input type="checkbox"/>					Indikationstellung für Antagonisierung der Muskelrelaxation											Klinische Zeichen	<input type="checkbox"/>					Neuromuskuläres Monitoring	<input type="checkbox"/>					Routinemäßig	<input type="checkbox"/>					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%;">nie</td> <td style="width: 10%;">1-20%</td> <td style="width: 10%;">21-40%</td> <td style="width: 10%;">41-60%</td> <td style="width: 10%;">61-80%</td> <td style="width: 10%;">81-100%</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Ausstattung der Arbeitsplätze ⁵</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Methode des neuromuskulären Monitorings</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Einfacher Nervenstimulator</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>TOF-Guard, TOF-Watch</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Elektromyograph (Relaxograph)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>NMT-Modul (z. B. Datex AS3)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Verwendung des neuromuskulären Monitorings</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Intubation</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Intraoperativ</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Erholung/Extubation</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Postoperativ (AWR)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>								nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%					Ausstattung der Arbeitsplätze ⁵	<input type="checkbox"/>					Methode des neuromuskulären Monitorings											Einfacher Nervenstimulator	<input type="checkbox"/>					TOF-Guard, TOF-Watch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Elektromyograph (Relaxograph)	<input type="checkbox"/>					NMT-Modul (z. B. Datex AS3)	<input type="checkbox"/>					Verwendung des neuromuskulären Monitorings											Intubation	<input type="checkbox"/>					Intraoperativ	<input type="checkbox"/>					Erholung/Extubation	<input type="checkbox"/>					Postoperativ (AWR)	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																		
	nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Nachrelaxierung ⁴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Kriterien für die Nachrelaxation																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Klinische Zeichen/Operateur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Feste Zeitintervalle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Neuromuskuläres Monitoring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Indikationstellung für Antagonisierung der Muskelrelaxation																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Klinische Zeichen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Neuromuskuläres Monitoring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Routinemäßig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Ausstattung der Arbeitsplätze ⁵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Methode des neuromuskulären Monitorings																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Einfacher Nervenstimulator	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
TOF-Guard, TOF-Watch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Elektromyograph (Relaxograph)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
NMT-Modul (z. B. Datex AS3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Verwendung des neuromuskulären Monitorings																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Intubation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Intraoperativ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Erholung/Extubation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Postoperativ (AWR)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6. Wünsche für den Einsatz von Muskelrelaxanzien							7. Kindernarkosen (unter 5 Jahren)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<p>Welche Eigenschaften der Muskelrelaxanzien sind für Sie bei der Auswahl einer Substanz besonders relevant (bitte genau 3 Antworten ankreuzen)</p> <p>keine Histaminfreisetzung <input type="checkbox"/></p> <p>keine bronchio-pulmonalen Nebenwirkungen <input type="checkbox"/></p> <p>keine Herz-Kreislauf-Reaktionen <input type="checkbox"/></p> <p>keine Faszikulationen <input type="checkbox"/></p> <p>kurze Anschlagzeit <input type="checkbox"/></p> <p>Steuerbarkeit während der Narkose <input type="checkbox"/></p> <p>rasche neuromuskuläre Erholung <input type="checkbox"/></p> <p>keine Kumulation <input type="checkbox"/></p> <p>geringe Kosten <input type="checkbox"/></p> <p>begrenzte Auswahl durch die Apotheke <input type="checkbox"/></p> <p>Was würde die Anwendung des neuromuskulären Monitorings in Ihrer Klinik begünstigen (bitte genau 1 Antwort ankreuzen)</p> <p>Verfügbarkeit eines Nervenstimulators an jedem Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>festes Integration des Relaxometers in den Monitor <input type="checkbox"/></p> <p>ein neuromuskuläres Monitoring ist nicht erforderlich <input type="checkbox"/></p> <p>Brauchen wir einen nichtdepolarisierenden Succinylcholinersatz</p> <p style="text-align: center;">ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/></p>							<p>Anzahl pro Jahr > 500 <input type="checkbox"/> < 500 <input type="checkbox"/></p> <p>Relaxierung zu Routineeinleitung</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%;">nie</td> <td style="width: 10%;">1-20%</td> <td style="width: 10%;">21-40%</td> <td style="width: 10%;">41-60%</td> <td style="width: 10%;">61-80%</td> <td style="width: 10%;">81-100%</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Alcuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Atracurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Cisatracurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Mivacurium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Pancuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Rocuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Vecuronium</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Succinylcholin</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>keines</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Technik der Muskelrelaxanzigabe</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Priming ¹</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Präkurarisieren ²</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Timing ³</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table> <p>Basieren Ihre Angaben auf einer ...</p> <p style="text-align: center;">Datenerhebung <input type="checkbox"/> Schätzung <input type="checkbox"/></p>								nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%					Alcuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Atracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Cisatracurium	<input type="checkbox"/>					Mivacurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Pancuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Rocuronium	<input type="checkbox"/>					Vecuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Succinylcholin	<input type="checkbox"/>					keines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Technik der Muskelrelaxanzigabe											Priming ¹	<input type="checkbox"/>					Präkurarisieren ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Timing ³	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																													
	nie	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Alcuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Atracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Cisatracurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Mivacurium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Pancuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Rocuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Vecuronium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Succinylcholin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
keines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Technik der Muskelrelaxanzigabe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Priming ¹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Präkurarisieren ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Timing ³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

¹) Verkürzung der Anschlagzeit mit einer geringen Dosis des nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans einige Minuten vor der Intubationsdosis
²) Injektion einer geringen Dosis eines nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans einige Minuten vor der Gabe von Succinylcholin, um u. a. das Faszikulieren zu verringern
³) Injektion der Intubationsdosis des Muskelrelaxans vor dem Hypnotikum
⁴) Wieviel Prozent der Patienten werden über die Intubationsdosis hinaus nochmals mit einem Muskelrelaxans nachrelaxiert
⁵) Anteil der Anästhesiarbeitsplätze mit Nervenstimulatoren

Abbildung 1: Erhebungsbogen

3 Ergebnisse

3.1 Umfrage-Rücklauf und Auswertung

Von den 3260 Erhebungsbögen konnten insgesamt 2182 Erhebungsbögen ausgewertet werden (66,9%), weitere 56 Erhebungsbögen erreichten uns erst nach Abschluss der Datenaufnahme, so dass der Rücklauf insgesamt bei 68,7% lag. Es antworteten 1173 niedergelassene Anästhesisten (54%), 900 Abteilungen aus Krankenhäusern (41%) und 109 Abteilungen mit Maximalversorgungsauftrag (5%).

Von den angeschriebenen Praxen antworteten 58%, von allen Krankenhäusern erhielten wir 83% der Erhebungsbögen zurück.

Die Basis der Angaben besteht in den Krankenhäusern in 16,3% der Antworten auf einer Datenerhebung, in den Praxen sind dies 12,5%. Die restlichen Umfrageteilnehmer gaben als Grundlage ihrer Angaben eine Schätzung an.

3.2 Anästhesiestruktur in Krankenhäusern und Praxen

Die Gesamtzahl der Anästhesieleistungen pro Jahr zeigt Tabelle 1. Der Anteil der Allgemeinanästhesien an allen durchgeführten Anästhesieleistungen ist in Tabelle 2 dargestellt. Tabelle 3 gibt die anteiligen Intubationsnarkosen wieder. In allen drei Tabellen sind die Daten für Krankenhaus und Praxis getrennt angegeben.

Gesamtzahl der Anästhesieleistungen	bis 2000	2000-4000	4000-8000	8000-12000	12000-20000	über 20000
Krankenhaus	90 (8,9%)	328 (32,5%)	344 (34,1%)	133 (13,2%)	83 (8,2%)	31 (3,1%)
Praxis	790 (67,3%)	220 (18,8%)	122 (10,4%)	28 (2,4%)	10 (0,9%)	3 (0,3%)

Tabelle 1: Anästhesieleistungen pro Jahr in Krankenhaus und Praxis

Anteil der Allgemeinanästhesien an den Anästhesieleistungen	bis 50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	91-100%
Krankenhaus	49 (4,9%)	105 (10,4%)	262 (26,0%)	313 (31,0%)	217 (21,5%)	63 (6,2%)
Praxis	163 (13,9%)	63 (5,4%)	112 (9,5%)	144 (12,3%)	264 (22,5%)	427 (36,4%)

Tabelle 2: Anteil der Allgemeinanästhesien an den Anästhesieleistungen in Krankenhaus und Praxis

Anteil der Intubationen an den Allgemeinanästhesien	bis 50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	91-100%
Krankenhaus	279 (27,7%)	200 (19,8%)	214 (21,2%)	140 (14,9%)	121 (12,0%)	45 (4,5%)
Praxis	786 (67,0%)	91 (7,8%)	66 (5,6%)	80 (6,8%)	78 (6,6%)	72 (6,1%)

Tabelle 3: Anteil der Intubationen an den Allgemeinanästhesien in Krankenhaus und Praxis

3.3 Anwendung von Muskelrelaxanzien in Krankenhäusern und Praxen

3.3.1 Anzahl verfügbarer Muskelrelaxanzien

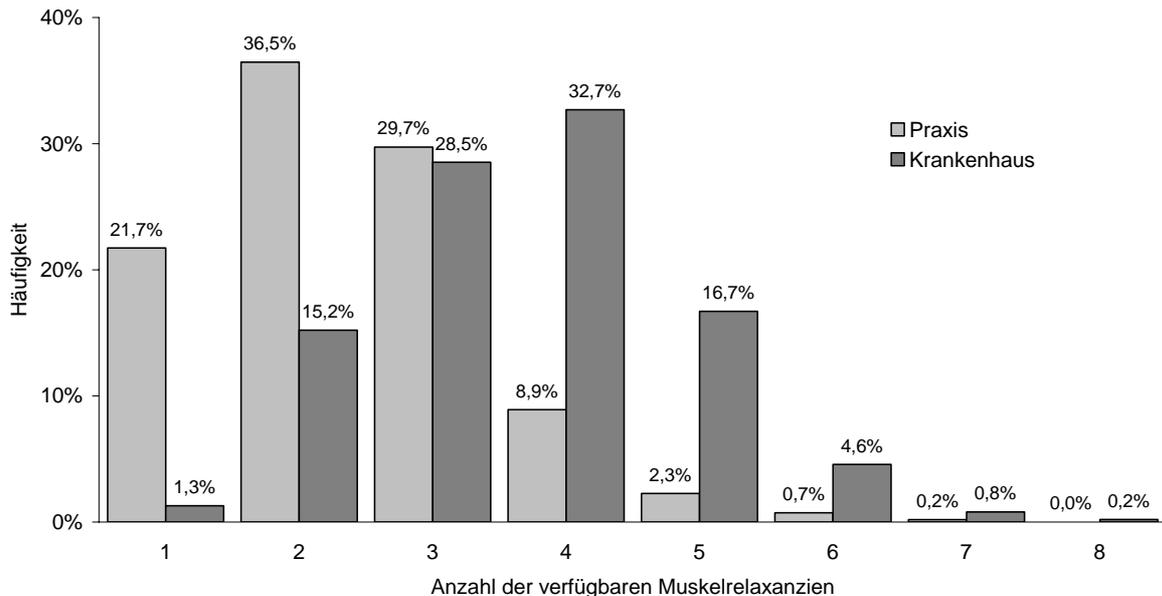


Abbildung 2: Anzahl der verfügbaren Muskelrelaxanzien in Praxis und Krankenhaus

In Abbildung 2 ist die Anzahl der verfügbaren Muskelrelaxanzien graphisch dargestellt. Wie viele Muskelrelaxanzien verfügbar sind, schließen wir aus den Angaben im Erhebungsbogenabschnitt 3.1 und 3.2 (Blitzintubation und Routineeinleitung), bei wie vielen unterschiedlichen Muskelrelaxanzien $\geq 1\%$ angekreuzt wurde. So lässt sich darstellen wie viele Substanzen in den jeweiligen Abteilungen zumindest gelegentlich verwendet werden. Dabei zeigt sich, dass 87,9% der Praxen sich mit 1 – 3 Substanzen begnügen ($2,3 \pm 1,2$, $p < 0,01$), wohingegen 77,9% der Krankenhäuser über ein Repertoire von 3 – 5 verschiedenen Muskelrelaxanzien verfügen ($3,7 \pm 1,2$, $p < 0,01$)

3.3.2 Verfügbarkeit einer Substanz

Ob eine bestimmte Substanz überhaupt zur Anwendung verfügbar ist, wurde daraus abgeleitet, ob im Erhebungsbogenabschnitt 3.1 und 3.2 (Blitzintubation und Routineeinleitung) eine Angabe bei dem jeweiligen Muskelrelaxans $\geq 1\%$ gemacht wurde. So lässt sich darstellen wie häufig eine bestimmtes Muskelrelaxans zum Repertoire deutscher Anästhesie-Abteilung gehört.

Die Praxen beschränken sich nicht nur auf weniger Substanzen, sondern, wie in Abbildung 3 zu erkennen ist, dabei im wesentlichen auf Succinylcholin und Mivacurium. Krankenhäuser haben hingegen ein größeres Repertoire an Muskelrelaxanzien mit einer 95%igen Verfügbarkeit von Succinylcholin, gefolgt von Mivacurium, Rocuronium und Cisatracurium. Keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Verfügbarkeit in Krankenhäusern und Praxen gibt es bei Mivacurium und Vecuronium ($p > 0,05$), während Succinylcholin, Rocuronium, Atracurium, Cisatracurium und Pancuronium signifikant häufiger in Krankenhäusern vorhanden sind ($p < 0,01$). Aus Abbildung 3 ist ebenfalls ersichtlich, dass „ältere“ Substanzen wie Alcuronium kaum noch Verwendung finden und dementsprechend selten auch nur noch zur Verfügung stehen. Ähnlich verhält es sich mit Pancuronium in Anästhesiepraxen, dort steht es nur noch in 4% zur Verfügung.

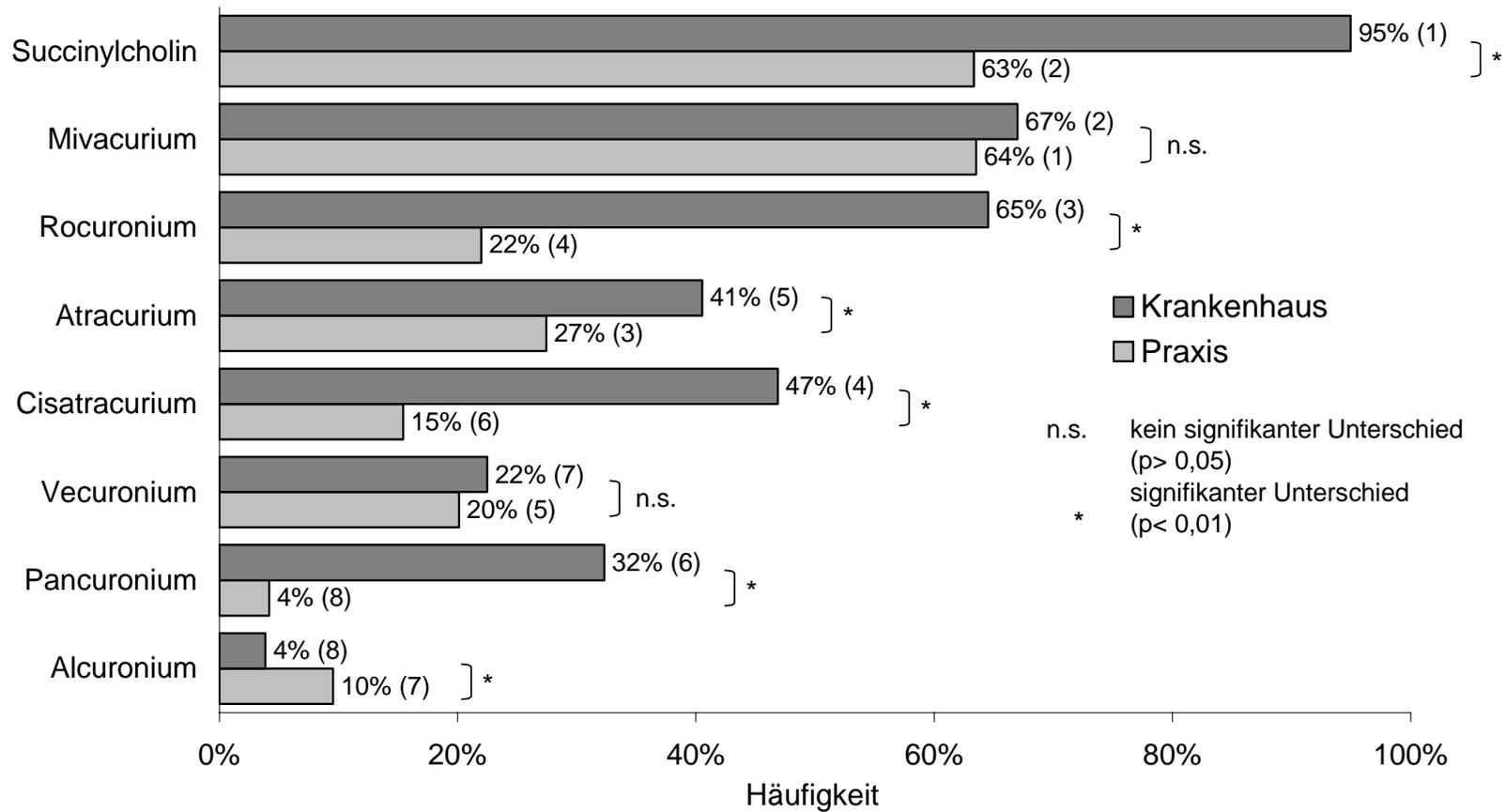


Abbildung 3: Verfügbarkeit einer Substanz. Die Reihenfolge der Substanzen ergibt sich aus der Rangfolge der Verfügbarkeit in Krankenhaus und Praxis zusammen, die Zahl in der Klammer hinter den Balken gibt die getrennte Rangfolge der Verfügbarkeit in Krankenhaus und Praxis an.

3.3.3 Individueller Gebrauch der einzelnen Muskelrelaxanzien bei Routine- und Blitzintubation

Die detaillierten Anwendungsgewohnheiten für den Gebrauch der einzelnen Muskelrelaxanzien in Krankenhäusern und Praxen zeigen Abbildung 4a (Routineintubation) und Abbildung 4b (Blitzintubation).

Das am häufigsten verwendete Muskelrelaxans zur Routineintubation in den Kliniken ist Rocuronium, gefolgt von Mivacurium, Cisatracurium und Atracurium. Spitzenreiter in der Praxis ist Mivacurium, gefolgt von dem Verzicht auf jegliches Muskelrelaxans und Atracurium. Bei der Blitzintubation ist sowohl in der Praxis als auch in den Kliniken Succinylcholin das mit Abstand am häufigsten verwendete Muskelrelaxans. Die weitere Reihenfolge hinsichtlich der Anwendungsgewohnheit in den Kliniken bei der Blitzintubation ist Rocuronium, gefolgt von einer Vierergruppe bestehend aus Mivacurium und Atracurium, Cisatracurium und dem Verzicht auf jegliches Muskelrelaxans ohne signifikanten Unterschied im Gebrauch untereinander. In den Praxen ist das zweit häufigst verwendete Muskelrelaxans zur Blitzintubation Mivacurium, gefolgt von dem vollständigen Verzicht auf ein Muskelrelaxans. Allen anderen Muskelrelaxanzien kommt in der Praxis eine untergeordnete, sich untereinander nicht signifikant unterscheidende Rolle zu.

Vergleicht man die beiden Versorgungstypen untereinander, wird ersichtlich, dass bei der Routineintubation Rocuronium (1. Schritt der logistischen Regression), Cisatracurium (2. Schritt), Atracurium (3. Schritt), Pancuronium (4. Schritt) und Succinylcholin (5. Schritt) signifikant und deutlich häufiger in Krankenhäusern als in Praxen verwendet werden. Bei der Blitzintubation bestehen ebenfalls signifikante Unterschiede bei der Anwendung von Muskelrelaxanzien in Krankenhäusern und Praxen. Succinylcholin (1. Schritt der logistischer Regression) und Rocuronium (2. Schritt) werden signifikant und deutlich häufiger in Krankenhäu-

ern verwendet. Auch Cisatracurium (3. Schritt), Atracurium (4. Schritt) und Pancuronium (5. Schritt) werden signifikant häufiger in Krankenhäusern eingesetzt als in Praxen, allerdings in beiden Einrichtungen auf sehr niedrigem Gesamtniveau. Demgegenüber wird in Praxen bei der Blitzintubation Mivacurium (6. Schritt) deutlich häufiger zur Relaxierung herangezogen als in Krankenhäusern.

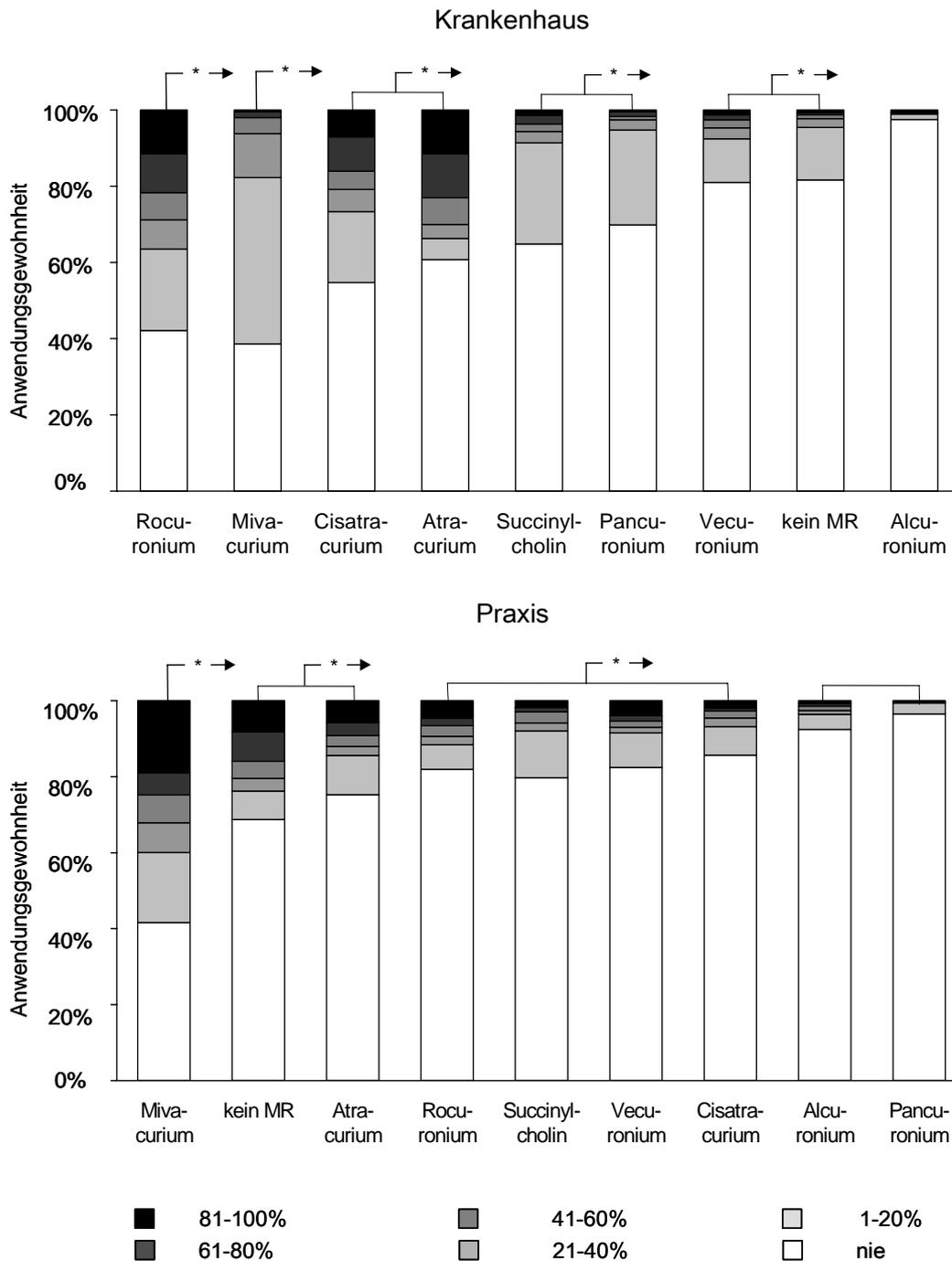


Abbildung 4a: Muskelrelaxanzien bei der Routineeinleitung. Dargestellt ist, wie häufig die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 1-20%; 21-40%; ... ; 81-100%) für den Gebrauch von Muskelrelaxanzien zur Routineintubation in Krankenhäusern (oben) und Praxen (unten) genannt wurden. Die Reihenfolge in den einzelnen Abbildungen entsteht aus der Berechnung der mittleren Ränge. Dabei gibt es bei beiden Versorgungstypen teilweise Gruppen von Muskelrelaxanzien, deren Anwendungsgewohnheiten sich untereinander, jedoch nicht innerhalb ihrer Gruppe signifikant (* $p < 0,01$) voneinander unterscheiden. Die Breite der Säulen reflektiert die Anzahl der antwortenden Einrichtungen: Krankenhäuser $n=1009$, Praxen $n=1173$. Bei dem Vergleich der beiden Versorgungstypen untereinander zeigt sich, dass Rocuronium (1. Schritt der logistischen Regression), Cisatracurium (2. Schritt), Atracurium (3. Schritt), Pancuronium (4. Schritt) und Succinylcholin (5. Schritt) signifikant und deutlich häufiger in Krankenhäusern als in Praxen verwendet werden. Kein MR: ohne Muskelrelaxans.

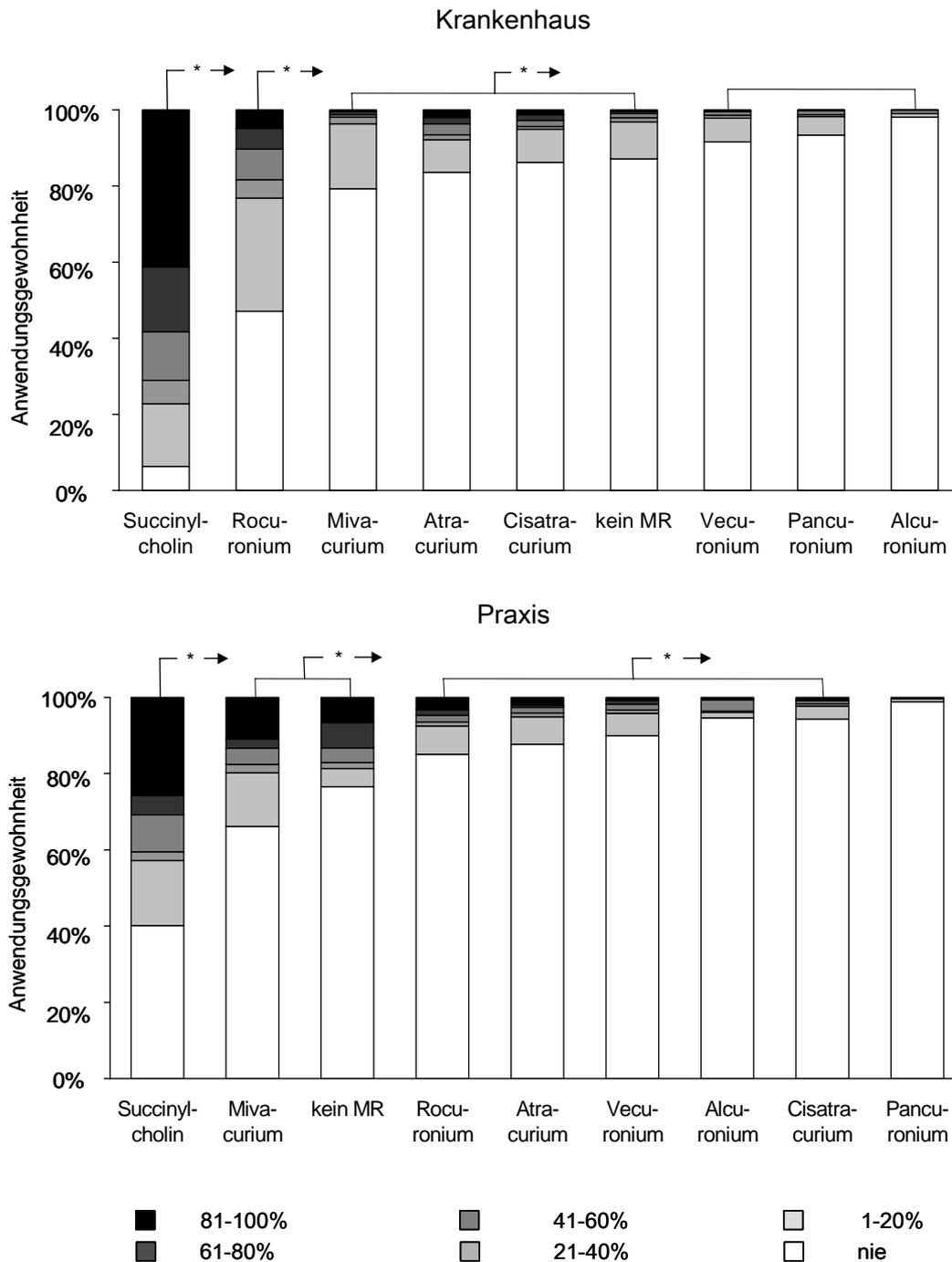


Abbildung 4b: Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation. Dargestellt ist, wie häufig die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 1-20%; 21-40%; ... ; 81-100%) für den Gebrauch von Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation in Krankenhäusern (oben) und Praxen (unten) genannt wurden. Die Reihenfolge in den einzelnen Abbildungen entsteht aus der Berechnung der mittleren Ränge. Dabei gibt es bei beiden Versorgungstypen teilweise Gruppen von Muskelrelaxanzien, deren Anwendungsgewohnheiten sich untereinander, jedoch nicht innerhalb ihrer Gruppe signifikant (* $p < 0,01$) voneinander unterscheiden. Die Breite der Säulen reflektiert die Anzahl der antwortenden Einrichtungen: Krankenhäuser $n=1009$, Praxen $n=1173$. Bei dem Vergleich der beiden Versorgungstypen untereinander zeigt sich, dass Succinylcholin (1. Schritt der logistischer Regression) und Rocuronium (2. Schritt) signifikant und deutlich häufiger in Krankenhäusern als in Praxen verwendet werden. Auch Cisatracurium (3. Schritt), Atracurium (4. Schritt) und Pancuronium (5. Schritt) werden signifikant häufiger in Krankenhäusern eingesetzt als in Praxen, allerdings in beiden Einrichtungen auf sehr niedrigem Gesamtniveau. Demgegenüber wird in Praxen Mivacurium (6. Schritt) deutlich häufiger als in Krankenhäusern eingesetzt. Kein MR: ohne Muskelrelaxans.

3.3.4 Einleitungstechniken bei Routine- und Blitzintubation

Die Anwendungshäufigkeit der einzelnen Techniken der Muskelrelaxanzien-gabe (Priming, Präcurarisierung und Timing) ist in Abbildung 5 dargestellt.

Sowohl bei der Routineintubation als auch bei der Blitzintubation werden Priming und Präcurarisieren signifikant häufiger in Krankenhäusern angewendet. Hinsichtlich des Timings besteht kein Unterschied zwischen Praxis und Krankenhaus.

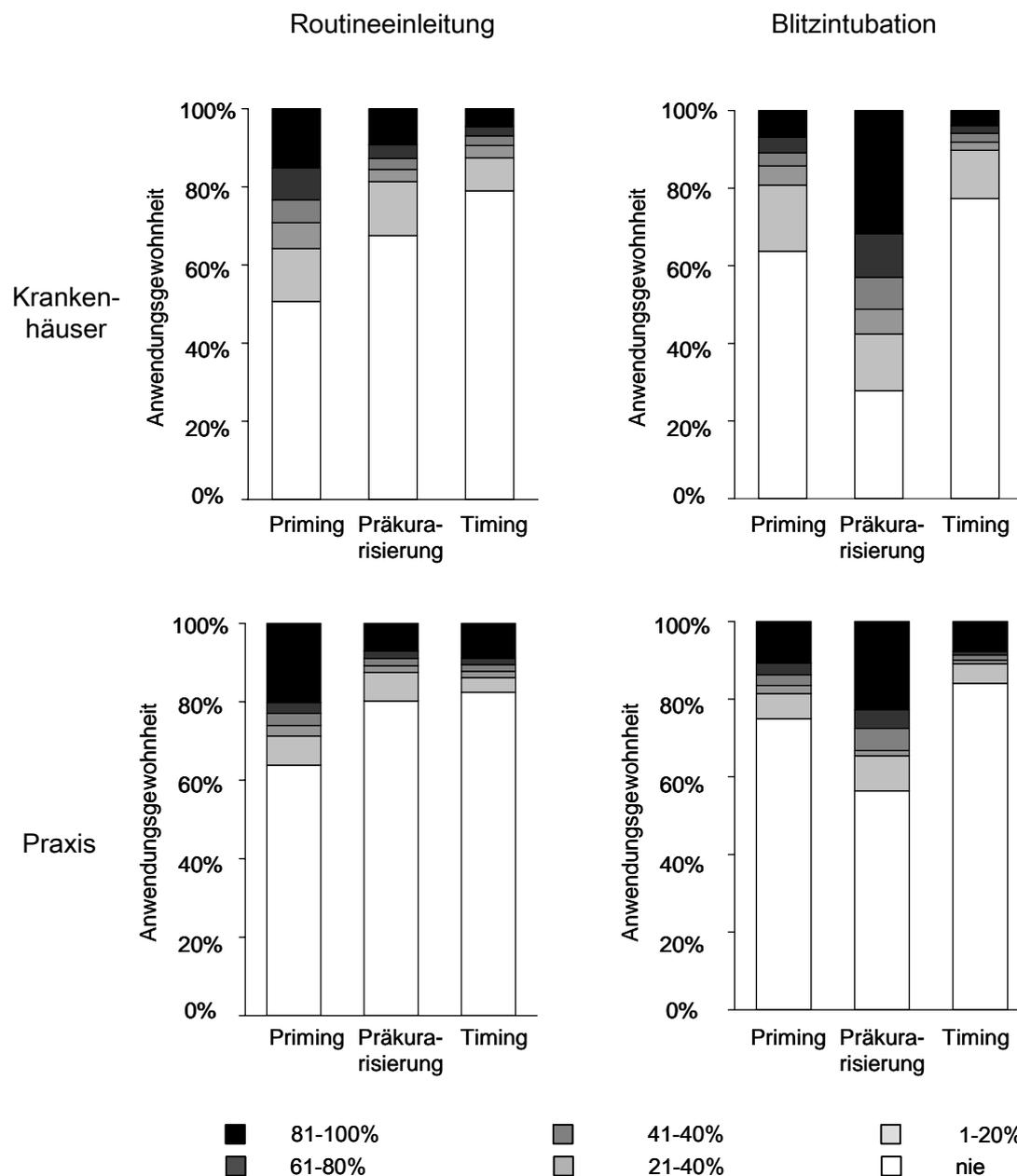


Abbildung 5: Einleitungstechniken zur Routine- und Blitzintubation. Dargestellt ist, wie häufig die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 1-20%; 21-40%; ... ; 81-100%) für Einleitungstechniken in Krankenhäusern (oben) und Praxen (unten) genannt wurden. Die Breite der Säulen reflektiert die Anzahl der antwortenden Einrichtungen: Krankenhäuser n=1009, Praxen n=1173. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der drei Einleitungstechniken, Priming, Präkurarisieren und Timing, sind nicht miteinander verglichen worden. Bei der Routineeinleitung werden in Krankenhäusern häufiger Präkurarisierungstechnik (1. Schritt der logistischen Regression) und ebenfalls häufiger Priming-Technik (2. Schritt) angewendet als in den Praxen. Bei der Blitzintubation ist es ähnlich, in Krankenhäusern werden deutlich häufiger Präkurarisierungstechnik (1. Schritt der logistischen Regression) und geringfügig häufiger Priming-Technik (2. Schritt) durchgeführt als in den Praxen.

3.3.5 Wünsche an Muskelrelaxanzien

Wie häufig bestimmte Eigenschaften eines Muskelrelaxans gefordert wurden zeigt Abbildung 6. Unabhängig vom Praxis- oder Krankenhaussetting ist eine kurze Anschlagszeit der am häufigsten genannte Wunsch. Signifikante Unterschiede zwischen Praxis und Krankenhaus gibt es bei dem Wunsch nach rascher neuromuskulärer Erholung und dem Wunsch nach fehlenden broncho-pulmonalen Nebenwirkungen, welche beide von den Praxen häufiger angegeben wurden. Eine gute Steuerbarkeit während der Narkose wurde hingegen signifikant häufiger von den Krankenhäusern gewünscht. Der Wunsch nach geringen Kosten ist sowohl bei Krankenhäusern (29%) als auch bei den niedergelassenen Anästhesisten (28%) von untergeordneter Bedeutung. Auch eine Regulierung der Auswahl durch die Apotheke beeinflusst praktisch nicht die Wahl des Muskelrelaxans. Nur zwei Prozent der Krankenhäuser und Praxen gaben dies als Einflussfaktor für die Wahl der Substanz an. Bei diesen zwei Kriterien, wie auch bei den restlichen zur Auswahl gestellten Eigenschaften der Muskelrelaxanzien, die bei der Auswahl des Muskelrelaxans besonders wichtig sind, bestand kein signifikanter Unterschied zwischen Krankenhaus und Praxis.

Fast drei Viertel aller Anästhesisten wünschen sich einen nicht-depolarisierenden Succinylcholin-Ersatz (73,7% der Krankenhäuser, 71,7% der niedergelassenen Anästhesisten, ohne signifikanten Unterschied zwischen beiden Versorgungstypen).

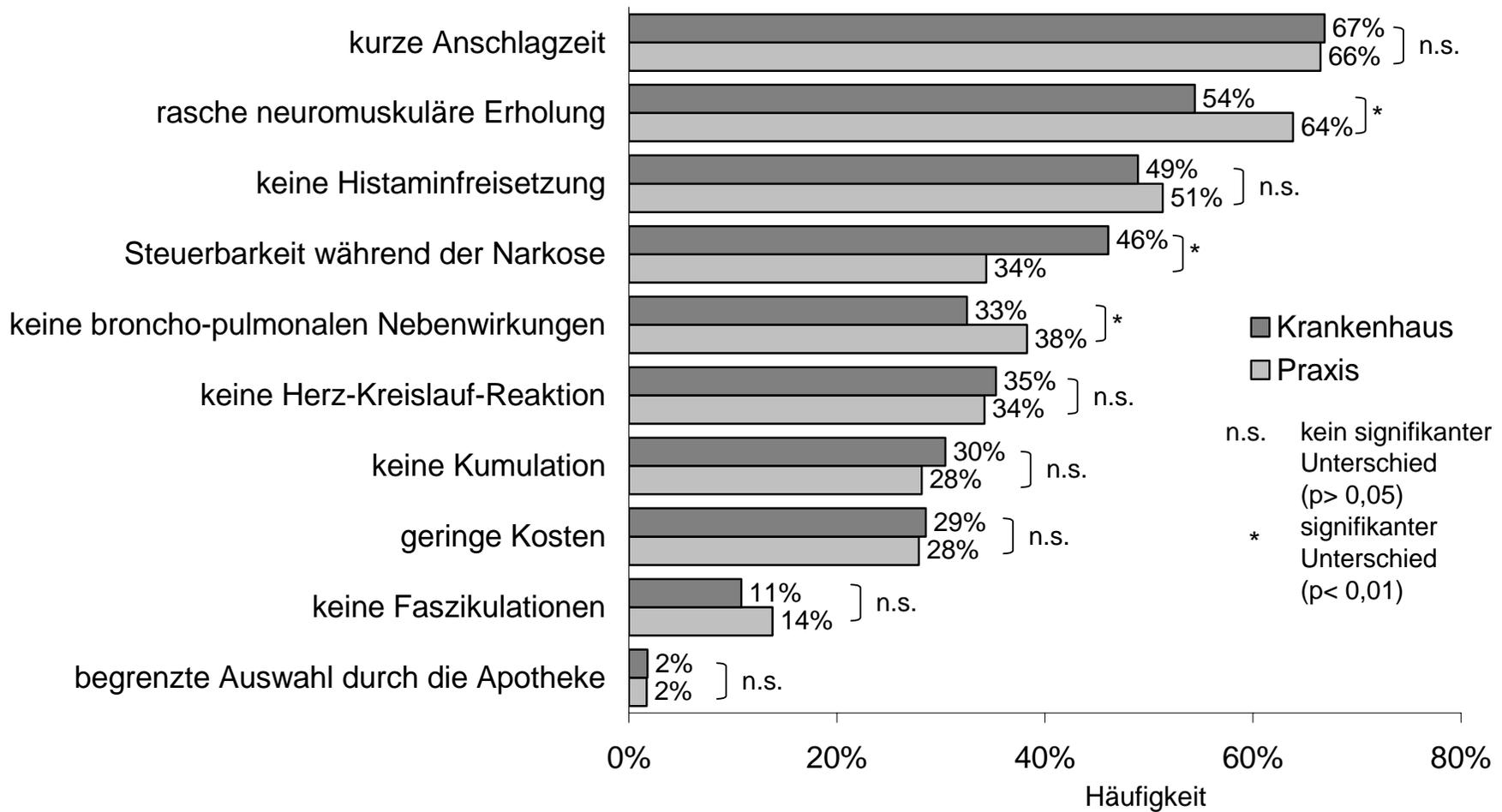


Abbildung 6: Rangliste der Eigenschaften von Muskelrelaxanzien, die bei der Auswahl einer Substanz besonders wichtig sind. Die Reihenfolge ergibt sich aus der Rangfolge der Gesamtdaten von Krankenhaus und Praxis

3.3.6 Wahl des Muskelrelaxans in Abhängigkeit von den Wünschen nach bestimmten Eigenschaften der Muskelrelaxanzien, vom neuromuskulären Monitoring und von der Art der Anästhesieeinrichtung

Jede der zehn Eigenschaften für Muskelrelaxanzien (Abschnitt 6 des Erhebungsbogens) korrelierten wir mit den Anwendungsgewohnheiten der einzelnen Muskelrelaxanzien. Viele Ergebnisse waren jedoch redundant. Die Wünsche an die Muskelrelaxanzien konnten daher auf vier Kriterien reduziert werden. Das Kriterium „keine Nebenwirkungen“ beinhaltet: ‚keine Histaminfreisetzung‘, ‚keine broncho-pulmonalen Nebenwirkungen‘, ‚keine Herz-Kreislauf-Reaktionen‘ und ‚keine Faszikulationen‘. Das Kriterium „kurze Anschlagzeit“ blieb für sich selbst stehen. Unter dem Kriterium „gute Steuerbarkeit“ wurden ‚Steuerbarkeit während der Narkose‘, ‚rasche neuromuskuläre Erholung‘ und ‚keine Kumulation‘ zusammengefasst. Das Kriterium „ökonomische Gründe“ steht für ‚geringe Kosten‘ und die ‚begrenzte Auswahl durch die Apotheke‘. Ob die Anwender ein neuromuskuläres Monitoring für erforderlich erachten, korrelierten wir ebenfalls mit dem Gebrauch von Muskelrelaxanzien. Der Wunsch nach einer nicht-depolarisierenden Ersatzsubstanz für Succinylcholin wurde unverändert als Kriterium übernommen. Weiterhin überprüften wir, ob ein Zusammenhang zwischen der Art der Anästhesie-Einrichtung bzw. der Häufigkeit von Intubationsnarkosen und der Wahl eines Muskelrelaxans bestand.

Die detaillierten Korrelationen zwischen dem Wunsch nach bestimmten Eigenschaften der Muskelrelaxanzien bzw. der Art der Anästhesieeinrichtung einerseits und der Wahl eines bestimmten Muskelrelaxans andererseits sind für die Routineintubation in Tabelle 4 und für die Blitzintubation in Tabelle 5 ersichtlich. Es korrelierten bei der Routineeinleitung der Wunsch nach guter Steuerbarkeit in den Kliniken mit dem vermehrten Gebrauch von Mivacurium ($p < 0,01$) und dem Vermeiden von Pancuronium ($p < 0,01$). Wurden keine Nebenwirkungen als Wunsch an ein ideales Muskelrelaxans geäußert, wurde sowohl in Praxen als auch in Kran-

kenhäusern Cisatracurium häufiger angewendet ($p < 0,01$). Bei der Blitzintubation korrelierte bei den niedergelassenen Kollegen der Wunsch nach einer kurze Anschlagszeit zum einen mit dem Verzicht auf ein Muskelrelaxans zur Intubation, und weiterhin auch mit dem Gebrauch von Mivacurium ($p < 0,01$). In den Krankenhäusern gab es keine signifikante Korrelation zwischen kurzer Anschlagszeit und dem Gebrauch eines speziellen Muskelrelaxans ($p > 0,05$). Ökonomische Gründe führten in den Kliniken zu einer vermehrten Anwendung von Atracurium sowohl zur Routineeinleitung als auch zur Blitzintubation ($p < 0,01$). In Praxen führten ökonomische Aspekte bei der Routineeinleitung zu einem vermehrten Gebrauch von Alcuronium und Atracurium ($p < 0,01$), bei der Blitzintubation besteht keine Korrelation zu einem spezifischen Muskelrelaxans ($p > 0,05$).

Ein nicht-depolarisierender Succinylcholinersatz wird von 73,7% der Krankenhäuser gewünscht und von 71,7% der niedergelassenen Anästhesisten. Bei der Blitzintubation korrelierte der Gebrauch von Succinylcholin sowohl in der Praxis als auch in der Klinik in gleichem Maße mit dem Wunsch nach einem nicht-depolarisierenden Succinylcholinersatz ($p < 0,01$). Praxen, die sich diesen Succinylcholin-Ersatz wünschen benutzten auch signifikant seltener Mivacurium ($p < 0,01$). Bei der Routineeinleitung spiegelte sich der Wunsch nach einem Succinylcholinersatz nicht im Gebrauch eines speziellen Muskelrelaxans wider ($p > 0,05$).

Kliniken, die ein neuromuskuläres Monitoring für erforderlich halten, verwenden zur Blitzintubation signifikant häufiger Rocuronium ($p < 0,01$). Praxen, die das neuromuskuläre Monitoring für erforderlich halten, verzichteten signifikant seltener auf ein Muskelrelaxans zur Intubation sowohl bei der Routineeinleitung als auch bei der Blitzintubation ($p < 0,01$).

Kriterium	Routineeinleitung					
	Praxis (n = 1173)			Krankenhaus (n = 1009)		
	Anzahl (%)	Muskelrelaxans	Korrelation	Anzahl (%)	Muskelrelaxans	Korrelation
Wünsche an Muskelrelaxanzien (MR) und neuromuskuläres Monitoring (NMM)						
gute Steuerbarkeit	974 (83%)	Alcuronium	-	866 (86%)	Pancuronium Mivacurium	- +
keine Nebenwirkungen	893 (76%)	Cisatracurium	+	742 (74%)	Cisatracurium	+
kurze Anschlagszeit	780 (66%)	Mivacurium	+	675 (67%)	Vecuronium kein MR	(-) (-)
ökonomische Gründe	332 (28%)	Alcuronium Atracurium	+ +	292 (29%)	Atracurium	+
"Succinylcholinersatz" erwünscht	842 (72%)	keine Korrelation (p > 0,05)		743 (74%)	keine Korrelation (p > 0,05)	
NMM erforderlich	523 (45%)	kein MR	-	775 (77%)	keine Korrelation (p > 0,05)	
Art der Anästhesie-Einrichtung						
Maximalversorger	maximalversorgende Praxen wurden nicht erfragt			109 (11%)	Rocuronium Cisatracurium Atracurium	+ + (-)
mehr als 50% Intubationsnarkosen	364 (31%)	Succinylcholin kein MR	+ +	334 (33%)	Pancuronium	+

Tabelle 4: Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung und Wünsche nach bestimmten Eigenschaften von Muskelrelaxanzien oder neuromuskulärem Monitoring bzw. Art der Anästhesie-Einrichtung. Mit logistischen Regressionsanalysen wurden die Muskelrelaxanzien vorwärts schrittweise in das Modell aufgenommen, die relevant mit dem jeweiligen Kriterium korrelieren (Einschluss $p < 0,01$ bzw. Ausschluss $p > 0,05$). „+“ bzw. „-“ zeigen, dass der Wunsch nach bestimmten Eigenschaften von Muskelrelaxanzien oder neuromuskulärem Monitoring bzw. die Art der Anästhesie-Einrichtung mit einer häufigeren bzw. mit einer selteneren Verwendung korreliert. Die Anzahl gibt die Zahl der Einrichtungen wieder, die sich für ein bestimmtes Kriterium ausgesprochen haben. Kein MR: ohne Muskelrelaxans

Kriterium	Blitzintubation					
	Praxis (n = 1173)			Krankenhaus (n = 1009)		
	Anzahl (%)	Muskelrelaxans	Korrelation	Anzahl (%)	Muskelrelaxans	Korrelation
Wünsche an Muskelrelaxanzien (MR) und neuromuskuläres Monitoring (NMM)						
gute Steuerbarkeit	974 (83%)	keine Korrelation (p > 0,05)		866 (86%)	keine Korrelation (p > 0,05)	
keine Nebenwirkungen	893 (76%)	keine Korrelation (p > 0,05)		742 (74%)	keine Korrelation (p > 0,05)	
kurze Anschlagszeit	780 (66%)	kein MR Mivacurium	+ +	675 (67%)	keine Korrelation (p > 0,05)	
ökonomische Gründe	332 (28%)	keine Korrelation (p > 0,05)		292 (29%)	Atracurium	+
"Succinylcholinersatz" erwünscht	842 (72%)	Succinylcholin Mivacurium	++ -	743 (74%)	Succinylcholin	+
NMM erforderlich	523 (45%)	kein MR Cisatracurium	- +	775 (77%)	Rocuronium	+
Art der Anästhesie-Einrichtung						
Maximalversorger	maximalversorgende Praxen wurden nicht erfragt			109 (11%)	Rocuronium	+
mehr als 50% Intubationsnarkosen	364 (31%)	keine Korrelation (p > 0,05)		334 (33%)	Rocuronium	+

Tabelle 5: Wahl des Muskelrelaxans bei der Blitzintubation und Wünsche nach bestimmten Eigenschaften von Muskelrelaxanzien oder neuromuskulärem Monitoring bzw. Art der Anästhesie-Einrichtung. Mit logistischen Regressionsanalysen wurden die Muskelrelaxanzien vorwärts schrittweise in das Modell aufgenommen, die relevant mit dem jeweiligen Kriterium korrelieren (Einschluss $p < 0,01$ bzw. Ausschluss $p > 0,05$). „++“, „+“ bzw. „-“ zeigen, dass der Wunsch nach bestimmten Eigenschaften von Muskelrelaxanzien oder neuromuskulärem Monitoring bzw. die Art der Anästhesie-Einrichtung mit einer häufigeren bzw. mit einer selteneren Verwendung korreliert. Die Anzahl gibt die Zahl der Einrichtungen wieder, die sich für ein bestimmtes Kriterium ausgesprochen haben. Kein MR: ohne Muskelrelaxans

4 Diskussion

Die vorliegende deutschlandweite Umfrage zur Anwendung von Muskelrelaxanzien zeigt zum ersten Mal die Unterschiede zwischen niedergelassenen Anästhesisten und Anästhesieabteilungen in Krankenhäusern hinsichtlich der Verfügbarkeit einzelner Muskelrelaxanzien, der Verwendung der individuellen Substanzen sowie der unterschiedlichen Anforderungswünsche an Muskelrelaxanzien.

Schon bei der Betrachtung der Gesamtzahl der Anästhesieleistungen in Krankenhaus und Praxis zeigt sich ein erster deutlicher Unterschied: 91% der Krankenhäuser führen mehr als 2000 Anästhesien im Jahr durch, wohingegen 67% der Praxen weniger als 2000 Anästhesieleistungen im Jahr erbringen. Der Großteil der in Deutschland erbrachten Anästhesien wird demnach in Krankenhäusern durchgeführt. Betrachtet man das „Anästhesieprofil“ detaillierter, so ist ersichtlich, dass 36% der niedergelassenen Anästhesisten ihren Anteil an Allgemeinanästhesien mit $> 90\%$ angeben. Praktisch bedeutet dies, dass sich über ein Drittel der Anästhesiepraxen ausschließlich auf Vollnarkosen spezialisiert haben. Im deutlichen Gegensatz hierzu steht jedoch der Anteil der Intubationen: 67% der Praxen geben diesen mit weniger als 50% an. Dies zeigt deutlich den Stellenwert der „relaxansfreien“ Techniken mit Larynxmaske oder „awake Sedation“. In Kliniken ist der Anteil der Allgemeinanästhesien und Intubationen homogener verteilt, was sicherlich auf eine breitere Palette von Anästhesietechniken und vor allem auch von Regionalanästhesien zurückzuführen ist. Der Anteil der Intubationsnarkosen ist bei den Kliniken zu relativ gleichen Teilen auf die Bereiche $< 50\%$, 51-60% und 61-70% verteilt. Gründe für diese unterschiedlichen Profile mit einem höheren Prozentsatz an Intubationen in den Kliniken liegen am ehesten an dem dort vorhanden höheren Anteil multimorbider und aspirationsgefährdeter Patienten, einer höheren Anzahl bauch- und thoraxchirurgischer Eingriffe sowie einer mehr oder weniger ausgeprägten Ausbildungsverpflichtung.

Ein weiterer auffälliger Unterschied besteht in der Anzahl der verwendeten Substanzen. Während sich 86,9% der niedergelassenen Kollegen auf maximal 3 Substanzen beschränken (35,5% gar nur auf 2), stehen den Anästhesisten in 78,7% der Kliniken zwischen 3 und 5 Relaxanzien zur Verfügung. Dies ist sicherlich, wie oben bereits angesprochen, Ausdruck eines größeren Spektrums an Operationen und Patienten in einer Klinik, was ein größeres Repertoire an Muskelrelaxanzien erfordert. Obendrein ist es denkbar, dass Abteilungen mit Aus- und Weiterbildungsmöglichkeit eine größere Auswahl an Substanzen zur Verfügung stellen um eine differenzierte Pharmakotherapie mit Muskelrelaxanzien lehren zu können. Grund für eine limitierte Anzahl an verfügbarer Muskelrelaxanzien bei den niedergelassenen Anästhesisten könnte die zunehmende Spezialisierung der Praxen sowohl bezüglich der kooperierenden Fachdisziplinen als auch der dazu verwendeten anästhesiologischen Technik und der verwendeten Substanzen sein. Im Gegensatz dazu haben Krankenhäuser allein auf Grund ihres Versorgungsauftrages ein breiteres Spektrum an operativen Disziplinen und damit verbunden auch eine ausgeprägtere Variabilität in ihrer Anästhesietechnik, Narkoseführung und im Gebrauch an Narkotika und Muskelrelaxanzien. Dies spiegelt sich ebenfalls in den grundsätzlich verfügbaren Substanzen wider. Succinylcholin und Mivacurium sind die prädominanten Muskelrelaxanzien in Anästhesiepraxen. Andere Muskelrelaxanzien sind dort von eher untergeordneter Bedeutung und daher in unterschiedlichen Prozentzahlen in maximal einem Viertel der Praxen vorhanden. In Kliniken dagegen ist neben dem fast ubiquitären Vorhandensein von Succinylcholin die Verfügbarkeit der andern Muskelrelaxanzien, mit der Ausnahme von Alcuronium, weitaus homogener verteilt.

Zu fast gleichen Anteilen wünschen sich Anästhesieabteilungen an Krankenhäusern und niedergelassene Kollegen einen nicht-depolarisierenden Succinylcholinersatz. Dementsprechend ist auch die kurze Anschlagszeit der primäre Wunsch an ein Muskelrelaxans, gefolgt von der raschen neuromuskulären Erholung. Interessanterweise ist der Wunsch nach einer raschen

neuromuskulären Erholung in der Praxis signifikant höher, wohingegen die Kliniken sich signifikant häufiger eine gute Steuerbarkeit des Muskelrelaxans während der Narkose wünschen. Dies spiegelt sich auch im Gebrauch der individuellen Substanzen wider. So wird Mivacurium in den Praxen signifikant häufiger zur Routineeinleitung verwendet, gefolgt von einem Verzicht auf ein Muskelrelaxans oder der Gabe von Atracurium zur Intubation. Die Vermutung liegt nahe, dass dies am ehesten Ausdruck einer Sorge vor einem Relaxansüberhang am Ende der Operation bei doch kürzeren Gesamtoperationszeiten im ambulanten Bereich ist. Hinsichtlich der Intubation ohne Muskelrelaxans bleibt zu hoffen, dass neuere Studien über den laryngealen Schaden und die damit verbundene post-Intubations-Heiserkeit nach einer solchen Intubation (Mencke 2003, S. 1053) diesen Anteil vor allem im niedergelassenen Bereich deutlich verringern. In den Kliniken ist Rocuronium das am meisten verwendete Muskelrelaxans zur Routineintubation, was dem Wunsch nach einer kurzen Anschlagszeit gerecht wird. Die Tatsache, dass in Kliniken jedoch auch eine gute Steuerbarkeit und eine rasche neuromuskuläre Erholung gewünscht wird, wird durch die Verwendung von Mivacurium als zweithäufigstem Muskelrelaxans repräsentiert.

Obwohl Muskelrelaxanzien einen der größten Kostenblöcke im Medikamentenbudget darstellen, spielen Kostenaspekte bei der Auswahl eines Muskelrelaxans nur bei 29% der Befragten eine Rolle. Interessanterweise gibt es dabei keinen signifikanten Unterschied zwischen Praxis und Krankenhaus. Wurden ökonomische Aspekte als Wunsch an ein Muskelrelaxans jedoch geäußert, korrelierte dies eng mit dem Gebrauch von Atracurium. Glücklicherweise führen Kostenaspekte aber nicht dazu, ganz auf Muskelrelaxanzien zur Intubation zu verzichten.

Succinylcholin ist in 95% aller Krankenhäuser und in 63% der Anästhesiepraxen vorhanden. Die Zahlen belegen den Stellenwert, welchen dieses Medikament im anästhesiologischen Alltag trotz der weltweit geführten Diskussionen um seinen Einsatz weiterhin behalten hat (Sparr 2002, S. 565). Im gleichen Maße ist jedoch der Wunsch nach einem nicht-depolarisierenden

Ersatz für Succinylcholin vorhanden. Das Dilemma zwischen Wunsch und fehlender Alternative zeigt sich am deutlichsten in der Tatsache, dass die Verwendung von Succinylcholin zur Blitzintubation, unabhängig von Klinik oder Praxis, signifikant mit dem Wunsch nach einem nicht-depolarisierenden Succinylcholinersatz korreliert. Succinylcholin war (Hofmockel 2003, S. 518) und ist jedoch das am häufigsten gewählte Muskelrelaxans zur Blitzintubation, sowohl in der Klinik als auch in der Praxis. In den Kliniken ist das zweit häufigst verwendete Muskelrelaxans zur Blitzintubation Rocuronium, entsprechend seinem pharmakologischen Profil mit der kürzesten Anschlagszeit aller nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanzien. Erstaunlicherweise wird in der Praxis jedoch im Vergleich zur Klinik häufiger eine Blitzintubation mit Mivacurium durchgeführt. Der naheliegendste Grund dafür ist wahrscheinlich die oben beschriebenen begrenzten Auswahl an verfügbaren Muskelrelaxanzien. Dementsprechend wird auch die Option, bei einer Blitzintubation ganz auf Muskelrelaxanzien zu verzichten, in der Praxis häufig gewählt. Darüber, ob die unerwünschten Wirkungen von Succinylcholin oder die Bedenken einer zu langen Relaxierung bei einem Gebrauch eines nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans ursächlich für dieses Anwendungsspektrum ist, lässt sich zu Zeit nur spekulieren.

Die Techniken des Priming (Mehta 1985, S. 392), Timing (Sieber 1998, S. 1137) und Präkurarisierens (Coppage 1972, S. 664) haben immer noch ihren Stellenwert im anästhesiologischen Alltag behalten. Unter Priming versteht man die Vorabgabe einer geringen Menge eines nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans einige Minuten vor der Intubationsdosis an nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans mit dem Ziel, die Anschlagszeit zu verkürzen. Präkurarisieren ist die Vorabgabe einer geringen Menge eines nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans einige Minuten vor der Intubationsdosis an Succinylcholin, mit der Vorstellung Muskelfaszikulationen zu verringern. Die Vermeidung von Muskelfaszikulationen hat nicht nur die Reduktion von Muskelschmerzen (Pace 1990, S. 481) zum Ziel, sondern auch die Vermeidung

intraokulärer, und intragastraler Druckanstiege, wodurch die Gefahr einer Regurgitation bei aspirationsgefährdeten Patienten reduziert werden soll (Miller 1971, S. 185). Viele Studien konnten aber zeigen, dass bei äquipotenter Dosierung von Succinylcholin keine Reduktion der Faszikulationen erreicht werden kann (Mencke 2002, S. 724). Ebenso muss davon ausgegangen werden, dass der propagierte Effekt lediglich auf einen antagonistischen Effekt am Acetylcholinrezeptor durch das nicht-depolarisierende Muskelrelaxans vor der Gabe des Agonisten (Succinylcholin) beruht (Blobner 2000, S. 108). Mehrere Fallberichte und Studien konnten aber zeigen, dass sowohl beim Präkurarisieren als auch beim Priming auf Grund einer klinisch bedeutsamen Anrelaxierung durch die Vorabgabe des nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans beim wachen Patienten eine erhöhte Aspirationsgefahr besteht (Mencke 2002, S. 723; Blobner 2000, S. 110; Engbaek 1985, S. 117; Engbaek 1984, S. 61; Howardy-Hansen 1987, S. 642; Musich 1986, S. 518-519). Somit gelten beide Techniken als obsolet. Um so bedenklicher ist die Tatsache, dass diese Techniken auch zur Routineeinleitung verwendet werden, wo die Gefahr der unerwünschten Wirkungen nicht einmal mehr mit den früher propagierten Vorteilen zu begründen ist. Bei der Blitzintubation wird sowohl in Krankenhäusern als auch in Praxen noch häufiger präkuriert. Bei den erwiesenen Nachteilen und der zunehmenden Meinung den Patienten durch Präkuriert werden sogar einer erhöhten Aspirationsgefahr auszusetzen (Blobner 2000, S. 108; Engbaek 1984, S. 61), stimmt vor allem die Tatsache bedenklich, dass in Krankenhäusern, die ja eine gewisse Ausbildungsfunktion haben, diese Techniken sogar signifikant häufiger als in Praxen verwendet werden. Timing ist die Gabe des Muskelrelaxans vor dem Hypnotikum, womit die Apnoephase bei der Narkoseeinleitung verkürzt werden soll. Timing wird, wenn auch in geringem Maße, sowohl zur Routine- als auch zur Blitzintubation in Krankenhäusern und Praxen gleich häufig angewandt. Verfechter dieser Technik konnten in einer Studie belegen, dass keine der untersuchten Patienten post-operativ über unangenehme Wahrnehmungen bezüglich der beginnenden Paralyse vor dem Einschlafen berichten (Sieber 1998, S. 1137). Jedoch angesichts mehrerer Schadens-

ersatzfälle bei Vorliegen von Awareness ist auch das Problem der einsetzenden Muskelparalyse vor Hypnose zur Routineeinleitung, d.h. ohne medizinische Indikation, unter Umständen ein forensisches Problem.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein deutlicher Unterschied zwischen Praxis und Klinik in dem Verhältnis der Intubation zu den durchgeführten Allgemeinanästhesie besteht, mit deutlich mehr Vollnarkosen bei signifikant weniger Intubationen in den Praxen. Dies betont die Anwendung relaxans-freier Techniken wie Larynxmaske und awake sedation im ambulanten und niedergelassenen Bereich. Hinzukommt, dass in der anästhesiologischen Praxis deutlich weniger Muskelrelaxanzien per se vorhanden sind, was neben finanziellen Gesichtspunkten auch Ausdruck eines gewissen Grades an Spezialisierung der niedergelassenen Kollegen sein könnte. Bezüglich der konkreten Auswahl der Muskelrelaxanzien scheinen in anästhesiologischen Praxen weniger ökonomische Aspekte als vielmehr eine kurze Wirkdauer mit einer raschen Erholung das vorrangige Auswahlkriterium zu sein. Hinsichtlich der weiterhin verwendeten Techniken des Priming und Präcurarisierens bedarf es wegen ihrer erwiesenen Nachteile für den Patienten sowohl in Praxen als auch in Krankenhäusern anscheinend weiterer Aufklärung.

5 Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, einen Vergleich über den Gebrauch von Muskelrelaxanzien in Krankenhäusern mit den Anwendungsgewohnheiten in Anästhesiepraxen zu ziehen. Von den 2238 (68,7%) zurückgesendeten Erhebungsbögen konnten 2182 Erhebungsbögen (66,9%) ausgewertet werden. Es antworteten 1173 niedergelassene Anästhesisten (54%), 900 Abteilungen aus Krankenhäusern (41%) und 109 Abteilungen mit Maximalversorgungsauftrag (5%). Von den angeschriebenen Praxen antworteten 58%, von allen Krankenhäusern erhielten wir 83% der Erhebungsbögen zurück. Augenscheinlichste Unterschiede zwischen niedergelassenen Anästhesisten und Krankenhäusern waren zum einen die Anzahl der verfügbaren Muskelrelaxanzien: 87% der Praxen haben 1-3 Substanzen zur Verfügung, bei 79% der Krankenhäuser hingegen sind es 3-5 Muskelrelaxanzien. Zum anderen ist ein deutlicher Unterschied zu erkennen beim Verhältnis von Allgemeinanästhesien zu Intubationen: fast 60% der Praxen geben einen Allgemeinanästhesieanteil von > 80% an, wobei zwei Drittel der Praxen weniger als 50 % ihrer Allgemeinanästhesien als Intubationsnarkose durchführen. Im Gegensatz dazu haben zwei Drittel der Kliniken einen Allgemeinanästhesieanteil von lediglich 50 bis 80 %, wobei der Anteil an Intubationen an den Allgemeinanästhesien bei der Hälfte der Kliniken > 60 % beträgt. Die Routineintubation wird in den Krankenhäusern am häufigsten mit Rocuronium, Mivacurium, Cisatracurium und Atracurium durchgeführt, in den Praxen wird am meisten mit Mivacurium, Atracurium oder ohne ein Muskelrelaxans eingeleitet. Bei der Blitzintubation verwenden sowohl Krankenhäuser als auch Praxen mit Abstand Succinylcholin am häufigsten. Der primäre Wunsch an ein Muskelrelaxans war unabhängig von Praxis oder Krankenhaus eine kurze Anschlagszeit, gefolgt von einer raschen neuromuskulären Erholung. Dementsprechend war der Wunsch nach einem nicht-depolarisierenden Succinylcholinersatz bei 74% der Krankenhäuser und 72% der Praxen vorhanden.

Die Umfrage lässt vermuten, dass ein höherer zeitlicher Druck zusammen mit einer zunehmenden Spezialisierung der niedergelassenen Kollegen die ausschlaggebenden Faktoren für die Verfügbarkeit und den Gebrauch von Muskelrelaxanzien in der anästhesiologischen Praxis sind.

6 Literaturverzeichnis

1. **Bernard, C.:** Etudes physiologiques sur quelques poisons americains. Rev Deux Mondes 53 (1864): 164-190
2. **Bernard, C.:** Lecon sur les effets de substances toxiques et medicamenteuses. Ballieres et Fils (1857): 311-324
3. **Blobner, M., Busley, R., Kochs, E.:** Rapid sequence induction with succinylcholine: an option to reduce side effects. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 35 (2000): 108-110
4. **Blobner, M., Söhnel, A.M., van de Roemer, A., Bachmann, H., Geldner, G., Hofmockel, R., Fuchs-Buder, T., Diefenbach, C., Ulm, K.:** Anwendung von Muskelrelaxanzien in Deutschland. Eine Umfrage an Deutschen Anästhesieeinrichtungen. Anaesthesist 52 (2003): 427-434
5. **Coppage, W.M., Jr., Wolfson, B., Siker, E.S.:** Precurarization and dose of succinylcholine. Anesthesiology 37 (1972): 664-665
6. **D'Anghiera, P.M.:** De Rebus Oceanis et Orbe Novo in: Nedergaard, Ove A. Curare: The Flying Death. Pharmacol Toxicol 92 (1976): 154-155
7. **Engbaek, J., Howardy-Hansen, P., Ording, H., Viby-Mogensen, J.:** Precurarization with vecuronium and pancuronium in awake, healthy volunteers: the influence on neuromuscular transmission and pulmonary function. Acta Anaesthesiol Scand 29 (1985): 117-120
8. **Engbaek, J., Viby Mogensen, J.:** Precurarization--a hazard to the patient? Acta Anaesthesiol Scand 28 (1984): 61-62
9. **Fuchs-Buder, T., Mencke, T.:** Use of reversal agents in day care procedures (with special reference to postoperative nausea and vomiting). Eur J Anaesthesiol Suppl 23 (2001): 53-59

10. **Geldner, G., Fuchs-Buder, T., Hofmockel, R., Diefenbach, C., Ulm, K., Blobner, M.:** Anwendung von Muskelrelaxanzien zur Routineeinleitung in Deutschland. *Anaesthesist* 52 (2003): 435-441
11. **Griffith, H.R., Johnson, G.E.:** The use of curare in general anesthesia. *Anesthesiology* 3 (1942): 418-420
12. **Hofmockel, R., Geldner, G., Diefenbach, C., Fuchs-Buder, T., Ulm, K., Blobner, M.:** Die Anwendung von Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation in Deutschland. *Anaesthesist* 52 (2003): 516-521
13. **Howardy-Hansen, P., Moller, J., Hansen, B.:** Pretreatment with atracurium: the influence on neuromuscular transmission and pulmonary function. *Acta Anaesthesiol Scand* 31 (1987): 642-644
14. **Läwen, A.:** Über die Verbindung der Lokalanästhesie mit der Narkose, über hohe Extraduralanästhesie und epidurale Injektionen anästhesierender Lösungen bei tabischen Magenkrise. *Bruns. Beitr. klin. Chir.* 80 (1912): 168-180
15. **Lee, C.:** Conformation, action, and mechanism of action of neuromuscular blocking muscle relaxants. *Pharmacol Ther* 98 (2003): 143-169
16. **Lee, C.:** Structure, conformation, and action of neuromuscular blocking drugs. *Br J Anaesth* 87 (2001): 755-769
17. **Martyn, J.A.J., White, D.A., Gronert, G.A., Jaffe, R.S., Ward, J.M.:** Up-and-down regulation of skeletal muscle acetylcholine receptors. *Anesthesiology* 76 (1992): 822-843
18. **Mehta, M.P., Choi, W.W., Gergis, S.D., Sokoll, M.D., Adolphson, A.J.:** Facilitation of rapid endotracheal intubations with divided doses of nondepolarizing neuromuscular blocking drugs. *Anesthesiology* 62 (1985): 392-395
19. **Mencke, T., Becker, C., Schreiber, J., Bolte, M., Fuchs-Buder, T.:** [Precurarization of succinylcholine with cisatracurium: the influence of the precurarization interval]. *Anaesthesist* 51 (2002): 721-725

20. **Mencke, T., Echternach, M., Kleinschmidt, S., Lux, P., Barth, V., Plinkert, P.K., Fuchs-Buder, T.:** Laryngeal morbidity and quality of tracheal intubation: a randomized controlled trial. *Anesthesiology* 98 (2003): 1049-1056
21. **Miller, R.D., Way, W.L.:** Inhibition of succinylcholine-induced increased intragastric pressure by nondepolarizing muscle relaxants and lidocaine. *Anesthesiology* 34 (1971): 185-188
22. **Musich, J., Walts, L.F.:** Pulmonary aspiration after a priming dose of vecuronium. *Anesthesiology* 64 (1986): 517-519
23. **Pace, N.L.:** Prevention of succinylcholine myalgias: a meta-analysis. *Anesth Analg* 70 (1990): 477-483
24. **Sieber, T.J., Zbinden, A.M., Curatolo, M., Shorten, G.D.:** Tracheal intubation with rocuronium using the "timing principle". *Anesth Analg* 86 (1998): 1137-1140
25. **Sparr, H.J., Johr, M.:** [Succinylcholine--update]. *Anaesthesist* 51 (2002): 565-575
26. **Wintersteiner, O., Dutcher, J.D.:** Curare alkaloids from *Chondodendron tomentosum*. *Science* 97 (1943): 467-470

7 Danksagung

Am Ende dieser Arbeit möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr. E. Kochs, Direktor der Klinik für Anaesthesiologie der Technischen Universität München, für die zur Verfügung gestellten Rahmenbedingungen und für die großzügige Unterstützung innerhalb der Klinik bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. M. Blobner, Klinik für Anaesthesiologie der Technischen Universität München, für die Überlassung des Themas, für die stets gewährte Unterstützung und für die sehr nette und angenehme Zusammenarbeit.

Besonderer Dank gilt aber auch meiner Betreuerin Frau Dr. Heidrun Fink, Assistenzärztin an der Technischen Universität München, für die umfassende Betreuung während der Arbeit. Heidrun, ich danke dir vor allem auch für deine verlässliche Hilfsbereitschaft und für dein allzeit offenes Ohr.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. K. Ulm für die Betreuung in allen Fragen zur Statistik und bei den Mitarbeitern der multizentrischen „EMD-Gruppe“: Frau Grass, Fa. GlaxoSmithKline, Herrn Prof. Dr. T. Fuchs-Buder, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin der Universitätsklinik Nancy, Herrn Priv. Doz. Dr. R. Hofmockel, Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie der Universität Rostock und Herrn Prof. Dr. G. Geldner, Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie am Klinikum Ludwigsburg, die durch ihre Mitarbeit wesentlichen Anteil am Gelingen der Arbeit hatten.

Mein größter Dank aber gilt meiner Familie: meinem Ehemann für das Vertrauen und die unermüdliche Motivation und meinen Eltern für die bereitwillige und häufige Betreuung meiner Kinder während dieser Zeit. Meinen Kindern danke ich dafür, dass sie Verständnis für ihre Mama aufgebracht haben - jedenfalls hatte ich den Eindruck.

8 Lebenslauf

Angaben zur Person:

Name: Barbara Wallek, geb. Krumme
Geburtsdatum: 1. Februar 1970
Geburtsort: Berlin
Familienstand: verheiratet, 2 Kinder
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung:

1976-1980 Grundschole I, Ottobrunn
1980-1983 Gymnasium Neubiberg
1983-1990 Asam-Gymnasium, München
1990 Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Hochschulbildung:

11/1990-1/1992 Vorklinischer Studienabschnitt an der TU München
08/1992 Ärztliche Vorprüfung
11/1992-11/1996 Klinischer Studienabschnitt an der TU München
08/1993 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
09/1995 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
11/1996 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Ärztliche Tätigkeit:

02/1997-02/2001 Ärztin im Praktikum und Assistenzärztin in der Abteilung für Innere Medizin am Kreiskrankenhaus Haag i. Obb.
seit 01/2002 Notarzt-Tätigkeit