

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

**Anwendung von Muskelrelaxanzien in Deutschland:  
Eine Umfrage an deutschen Anästhesieeinrichtungen im Jahr  
2000**

Anne-Marie Söhnel

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. Priv.-Doz. Dr. M. Blobner  
2.Univ.-Prof. Dr. Chr. Werner

Die Dissertation wurde am 25.03.2003 bei der Technischen Universität München eingereicht  
und durch die Fakultät für Medizin am 28.05.2003 angenommen.

meinen Eltern gewidmet

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	4
1 Einleitung .....	8
2 Methode .....	11
3 Ergebnisse .....	15
3.1 Struktur der Anästhesie-Einrichtungen dieser Umfrage .....	15
3.2 Wünsche an Muskelrelaxanzien .....	16
3.3 Anwendung von Muskelrelaxanzien für alle Indikationen.....	18
3.4 Muskelrelaxanzien für die Routineeinleitung.....	19
3.5 Eigenschaften von Muskelrelaxanzien und ihre Anwendung bei Patienten ohne Aspirationsgefahr.....	21
3.6 Eigenschaften von Muskelrelaxanzien und ihre Anwendung zur Repetition.....	24
3.7 Größe und Art der Anästhesieabteilung und die Anwendung von Muskelrelaxanzien zur Routineintubation .....	27
3.8 Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation.....	28
3.9 Eigenschaften von Muskelrelaxanzien und ihre Anwendung zur Blitzintubation .....	30
3.10 Größe und Art der Anästhesieabteilung und die Anwendung von Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation .....	31
3.11 Neuromuskuläres Monitoring .....	33
4 Diskussion.....	38
4.1 Qualität der Erhebung.....	38
4.2 Ausstattung der Einrichtungen mit Muskelrelaxanzien.....	40
4.3 Wünsche an Muskelrelaxanzien .....	40
4.4 Muskelrelaxanzien zur Routineeinleitung .....	41
4.5 Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation.....	43
4.6 Einleitungstechniken.....	45
4.6.1 Priming.....	46
4.6.2 Timing.....	47
4.6.3 Präkurarisation.....	47
4.7 Neuromuskuläres Monitoring .....	48
5 Schlussfolgerung .....	52
6 Zusammenfassung.....	53
7 Literaturverzeichnis.....	55
Danksagung.....	59
Lebenslauf.....	60

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fragebogen.....	12
Abbildung 2: Rangliste der Eigenschaften von Muskelrelaxanzien, die bei der Auswahl einer Substanz besonders wichtig sind ( 3 Antworten).....	16
Abbildung 3: Histogramm über die Anzahl der Muskelrelaxanzien, die zumindest gelegentlich (nicht „nie“) für die Blitzintubation, Routineeinleitung oder Nachrelaxierung verwendet wird. Die Normalverteilungskurve wurde für 0 bis 7 Substanzen errechnet und die Säule für 8 verwendete Substanzen nach rechts abgesetzt, da die Quote zu hoch errechnet wurde (siehe Text).....	18
Abbildung 4: Rangliste der Muskelrelaxanzien, die zum Repertoire einer Abteilung gehört, d.h. zumindest gelegentlich (nicht „nie“) für die Blitzintubation, Routineeinleitung oder Nachrelaxierung verwendet wird. ....	19
Abbildung 5: Muskelrelaxanzien zur Routineeinleitung. Dargestellt ist wie häufig (%) die 2054 antwortenden Einrichtungen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Muskelrelaxanzien zur Intubation bei Patienten ohne Indikation zur Blitzintubation genannt haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Substanzen unterscheiden sich signifikant. Post-hoc lassen sich vier Gruppen unterscheiden, deren Anwendungsgewohnheiten sich innerhalb der Gruppe nicht unterscheiden, jedoch zu den anderen signifikante Unterschiede haben (* P < 0,01). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen für acht Substanzen mit abnehmender Häufigkeit: Succinylcholin wird am häufigsten angewendet (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am häufigsten genannt), gefolgt von der Dreiergruppe, Atracurium, Vecuronium und Mivacurium, mit der zweithäufigsten Anwendung, einer weiteren Dreiergruppe, Cisatracurium, Rocuronium und Pancuronium, mit der dritthäufigsten Anwendung, und schließlich Alcuronium, das am seltensten eingesetzt wird. ....	20
Abbildung 6: Einleitungsstechniken. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Einrichtungen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Einleitungsstechniken zur Intubation bei Patienten ohne Indikation zur Blitzintubation gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der drei Einleitungsstechniken, Priming, Timing und Präkurarisation, sind nicht miteinander verglichen worden. ....	20
Abbildung 7: Muskelrelaxanzien zur Nachrelaxierung. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Einrichtungen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) der Muskelrelaxanzien zur Nachrelaxierung gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Substanzen unterscheiden sich signifikant. Post-hoc lassen sich drei Gruppen unterscheiden, deren Anwendungsgewohnheiten sich innerhalb der Gruppe nicht unterscheiden, jedoch zu den anderen signifikante Unterschiede haben (* P < 0,01). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen für acht Substanzen mit abnehmender Häufigkeit: Atracurium, Vecuronium und Mivacurium werden am häufigsten angewendet (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten gemeldet), gefolgt von der Dreiergruppe, Pancuronium, Cisatracurium und Rocuronium, mit der zweithäufigsten Anwendung, und schließlich Succinylcholin und Alcuronium, die am seltensten eingesetzt werden. ....	21
Abbildung 8: Der Wunsch nach einer kurzen Anschlagzeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Rocuronium und dem Wunsch nach einer kurzen Anschlagzeit einen signifikanten Zusammenhang. Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Rocuronium (81-100% und 41-60%) haben öfter eine kurze Anschlagzeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt (* P<0,01). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz im Feld „kurze Anschlagzeit ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“: n = 1227; „unwichtig“: n = 827). ....	22
Abbildung 9: Der Wunsch nach guter Steuerbarkeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Pancuronium und im zweiten Schritt der von Mivacurium einerseits und dem Wunsch nach guter Steuerbarkeit andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Pancuronium (81-100%) haben seltener eine gute Steuerbarkeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt (* P<0,01) und solche mit häufigem Einsatz von Mivacurium (81-100%) haben öfter eine gute Steuerbarkeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt (* P<0,01). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „gute Steuerbarkeit während der Narkose ...“, „rasche neuromuskuläre Erholung ...“ oder „keine Kumulation ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“. (“wichtig”: n = 1707; “unwichtig”: n = 347 .....)	22
Abbildung 10: Der Wunsch nach fehlenden Nebenwirkungen und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Cisatracurium und dem Wunsch nach fehlenden Nebenwirkungen einen	

- signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100%) öfter fehlende Nebenwirkungen als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „keine Histaminfreisetzung ...“, „keine bronchopulmonalen Nebenwirkungen ...“ oder „keine Herz-Kreislauf-Reaktionen ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 1515$ ; „unwichtig“:  $n = 539$ ) ..... 23
- Abbildung 11: Ökonomische Aspekte und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Alcuronium und im zweiten Schritt der von Cisatracurium einerseits und ökonomischen Aspekten andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Alcuronium (81-100% und 61-80%) öfter ökonomische Aspekte (\*  $P < 0,01$ ) und solche mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100% und 61-80%) seltener ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „geringe Kosten ...“, „rasche neuromuskuläre Erholung ...“ oder „begrenzte Auswahl durch die Apotheke ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 582$ ; „unwichtig“:  $n = 1472$ ) ..... 23
- Abbildung 12: Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Succinylcholin und dem Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen, die nie Succinylcholin einsetzen, sich öfter einen „Succinylcholin-Ersatz“ wünschen (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „ja“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz in dem Feld „ja ... ein „Succinylcholin-Ersatz“ ist nötig“. („ja“: 1539; „nein“: 435) ..... 24
- Abbildung 13: Der Wunsch nach einer kurzen Anschlagszeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Rocuronium und dem Wunsch nach einer kurzen Anschlagszeit einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Rocuronium (81-100% und 41-60%) öfter eine kurze Anschlagszeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz im Feld „kurze Anschlagszeit ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 1227$ ; „unwichtig“:  $n = 827$ ) ..... 25
- Abbildung 14: Der Wunsch nach guter Steuerbarkeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Mivacurium und dem Wunsch nach guter Steuerbarkeit einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Mivacurium (81-100%) öfter eine gute Steuerbarkeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ) und dass solche, die auf Mivacurium verzichten (nie) seltener eine gute Steuerbarkeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „gute Steuerbarkeit während der Narkose ...“, „rasche neuromuskuläre Erholung ...“ oder „keine Kumulation ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 1707$ ; „unwichtig“:  $n = 347$ ) ..... 25
- Abbildung 15: Ökonomische Aspekte und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Alcuronium, im zweiten Schritt der von Pancuronium und im dritten Schritt der von Cisatracurium einerseits und ökonomischen Aspekten andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Alcuronium (81-100% und 61-80%) öfter ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ), dass solche mit häufigem Einsatz von Pancuronium (81-100%) ebenfalls öfter ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt haben (\*  $P < 0,01$ ), und dass solche mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100% und 61-80%) seltener ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „geringe Kosten ...“, „rasche neuromuskuläre Erholung ...“ oder „begrenzte Auswahl durch die Apotheke ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 582$ ; „unwichtig“:  $n = 1472$ ) ..... 26
- Abbildung 16: Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Pancuronium und dem Wunsch nach einem „Succinylcholin Ersatz“ einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen, die selten Pancuronium einsetzen (0-21%), sich öfter einen „Succinylcholin-Ersatz“ wünschen (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „ja“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz in dem Feld „ja ... ein „Succinylcholin-Ersatz“ ist nötig“. („ja“:  $n = 1539$ ; „nein“:  $n = 435$ ) ..... 26

- Abbildung 17: Unterteilung in Praxen und Krankenhäuser und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt in sieben Schritten einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Mivacurium (1.), Pancuronium (2.), Rocuronium (3.), Alcuronium (4), Cisatracurium (5.), Atracurium (6.), und schließlich Succinylcholin (7.) und der Unterteilung der Fragebögen in Praxen und Krankenhäuser. Post-hoc zeigt sich, dass Praxen im Vergleich zu Krankenhäusern einen geringeren Einsatz von Succinylcholin (61-80%), einen höheren Einsatz von Mivacurium (0-100%), einen geringeren Einsatz von Atracurium (nie und 61-80%), Cisatracurium (nie und 21-100%), Rocuronium (nie-100%) und Pancuronium (nie-60%) und einen höheren Einsatz für Alcuronium (61-80%) angeben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Praxis“:  $n = 903$ ; „Kh“:  $n = 1049$ ).....27
- Abbildung 18: Unterteilung in Krankenhäuser und Maximalversorger und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Rocuronium und im zweiten Schritt von Cisatracurium einerseits und der Unterteilung der Fragebögen in Krankenhäuser und Maximalversorger andererseits einen signifikanten Unterschied. Post-hoc zeigt sich, dass Maximalversorger einen signifikant höheren Einsatz von Rocuronium (nie-60%) und Cisatracurium (0-40%) angeben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Krankenhäusern und Maximalversorgern zugeteilt werden konnten. („Kh“:  $n = 1049$ ; „Max“:  $n = 102$ ).....28
- Abbildung 19: Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Muskelrelaxanzien zur Intubation bei Patienten mit Indikation zur Blitzintubation genannt haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Substanzen unterscheiden sich signifikant. Post-hoc gibt es vier Gruppen, deren Anwendungsgewohnheiten sich innerhalb der Gruppe nicht unterscheiden, jedoch zu den anderen signifikante Unterschiede haben (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen für acht Substanzen mit abnehmender Häufigkeit: Succinylcholin wird am häufigsten angewendet (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am häufigsten genannt), gefolgt von der Dreiergruppe, Rocuronium, Atracurium, und Vecuronium, mit der zweithäufigsten Anwendung, einem weiteren Paar, Mivacurium und Alcuronium, mit der dritthäufigsten Anwendung, und schließlich das Paar Pancuronium und Cisatracurium, das am seltensten eingesetzt wird.....29
- Abbildung 20: Einleitungstechniken zur Blitzintubation. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Einleitungstechniken zur Intubation bei Patienten mit Indikation zur Blitzintubation gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der drei Einleitungstechniken, Priming, Timing und Präkurarisation, sind nicht miteinander verglichen worden.....29
- Abbildung 21: Ökonomische Aspekte und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Alcuronium, im zweiten Schritt der von Cisatracurium und im dritten Schritt der von Rocuronium einerseits und ökonomischen Aspekten andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen mit häufigem Einsatz von Alcuronium (81-100%) öfter ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ) und dass solche mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100%) seltener ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Für Rocuronium konnten post-hoc keine signifikanten Anwendungsgewohnheiten identifiziert werden. Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern: „geringe Kosten ...“ oder „begrenzte Auswahl durch die Apotheke ...“ beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans. („wichtig“: 582; „unwichtig“: 1472) .....30
- Abbildung 22: Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Succinylcholin und dem Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen die immer Succinylcholin einsetzen (81-100%) und die nie Succinylcholin einsetzen, sich öfter einen „Succinylcholin-Ersatz“ wünschen (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „ja“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz in dem Feld „ja ... ein „Succinylcholin-Ersatz“ ist nötig“. („ja“: 1539; „nein“: 435) .....31
- Abbildung 23: Unterteilung in Praxen und Krankenhäuser und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt in sieben Schritten einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Succinylcholin (1.), Rocuronium (2.), Vecuronium (3.), Mivacurium (4), Alcuronium (5.), Pancuronium (6.), und schließlich Cisatracurium (7.) und der Unterteilung der Fragebögen in Praxen und Krankenhäuser. Post-hoc zeigt sich,

- dass Praxen im Vergleich zu Krankenhäusern seltener Succinylcholin, Rocuronium, Pancuronium und Cisatracurium, aber häufiger Vecuronium, Mivacurium und Alcuronium verwenden (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Praxis“:903; „Kh“:1049) .....32
- Abbildung 24: Unterteilung in Krankenhäuser und Maximalversorger und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt nur zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Rocuronium einerseits und der Unterteilung der Fragebögen in Krankenhäuser und Maximalversorger andererseits einen signifikanten Unterschied. Post-hoc zeigt sich, dass Maximalversorger häufiger Rocuronium verwenden (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Krankenhäusern und Maximalversorgern zugeteilt werden konnten. („Kh“:1049; „Max“:102) ..... 33
- Abbildung 25: Ausstattung des Arbeitsplatzes mit neuromuskulärem Monitoring in Krankenhäuser und Maximalversorger. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt bei der Ausstattung des Arbeitsplatzes und der Unterteilung in Krankenhäuser und Maximalversorger eine Signifikanz. Post-hoc zeigt sich, dass Krankenhäuser weniger Ausstattung am Arbeitsplatz angeben als Maximalversorger (61-80%) (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Kh“:1049; „Max“:102) ..... 34
- Abbildung 26: Ausstattung des Arbeitsplatzes mit neuromuskulärem Monitoring in Praxen und Krankenhäusern. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt bei der Ausstattung des Arbeitsplatzes und der Unterteilung in Praxen und Krankenhäuser eine Signifikanz. Post-hoc zeigt sich, dass Praxen weniger Ausstattung am Arbeitsplatz angeben als Krankenhäuser (21-100%) (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Praxis“:903; „Kh“:1049) ..... 34
- Abbildung 27: Verwendung des neuromuskulären Monitorings. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für die Verwendung des neuromuskulären Monitorings bei Patienten gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten des neuromuskulären Monitorings unterscheiden sich signifikant. Post-hoc sind es zwei Gruppen, deren Anwendungsgewohnheiten sich unterscheiden (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen mit abnehmender Häufigkeit: "Intraoperativ" ist der am häufigsten angewandte Zeitpunkt des Neuromuskulären Monitorings (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten genannt), gefolgt von dem Zeitpunkt "Erholung/Extubation" mit der zweithäufigsten Anwendung, dem Zeitpunkt "Intubation" mit der dritthäufigsten Anwendung und dem Zeitpunkt "Postoperativ" mit der vierthäufigsten Anwendung ..... 35
- Abbildung 28: Methode des neuromuskulären Monitorings. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Monitoring-Methoden bei Patienten gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Methoden unterscheiden sich signifikant. Auch post-hoc ergeben sich die gekennzeichneten signifikante Unterschieden (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Methoden mit abnehmender Häufigkeit. "TOF-Guard, TOF-Watch" sind die am häufigsten angewendeten Methoden (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten genannt), gefolgt von "Einfacher Nervenstimulator", "Elektromyograph(Relaxograph)" und "NMT-Modul (z.B. Datex AS3)" ..... 36
- Abbildung 29: Kriterien für die Nachrelaxierung. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) als Nachrelaxierungskriterien gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Kriterien unterscheiden sich signifikant. Post-hoc sind es zwei Kriterien, deren Anwendungsgewohnheiten sich nicht unterscheiden, jedoch zu der dritten signifikante Unterschiede haben (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph mit abnehmender Häufigkeit: "Klinische Zeichen", "Neuromuskuläres Monitoring" (NMT) und "Feste Zeitintervalle" ..... 37
- Abbildung 30: Indikationsstellung zur Antagonisierung der Muskelrelaxantien. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für die Indikationsstellung zur Antagonisierung der Muskelrelaxantien bei Patienten gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Kriterien unterscheiden sich signifikant. Post-hoc sind es alle drei Kriterien, deren Anwendungsgewohnheiten sich signifikant unterscheiden (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen mit abnehmender Häufigkeit: "Klinische Zeichen" sind das am häufigsten angewandte Kriterium (d.h., es wurden die Anwendungs-gewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten genannt), gefolgt vndem Kriterium "Neuromuskuläres Monitoring" mit der zweithäufigsten Anwendung und dem Kriterium "Routinemäßig" mit der dritthäufigsten Anwendung ..... 37

# 1 Einleitung

Seit der Einführung von d-Tubocurarine vor mehr als 50 Jahren sind Muskelrelaxanzien ein fester Bestandteil der Anästhesie zur Verbesserung der Bedingungen für die endotracheale Intubation und danach zur Verbesserung der Operationsbedingungen. Die letzten dreißig Jahre waren geprägt von der intensiven Suche nach Substanzen, die für diese Aufgaben ideale Eigenschaften haben (Savarese 1975, S. 238). Mit Vecuronium (Savage 1980, S. 7), Atracurium (Hughes 1981, S. 39-42; Payne 1981, S. 48-50), Rocuronium, (Wierda 1990, S. 522) Mivacurium (Savarese 1988, S. 728-730) und Cisatracurium (Konstadt 1995, S. 1012-1013) wurden in dieser Zeit Substanzen in die Klinik eingeführt, die im Vergleich zu den Vorgängersubstanzen pharmakologische Eigenschaften haben, die einen gezielteren Einsatz bei bestimmten klinischen Erfordernissen ermöglichen. Sie verdrängten daher die „alten“ nichtdepolarisierenden Substanzen d-Tubocurarin, Alcuronium und Pancuronium; zumindest aus den wissenschaftlichen Journalen, wenn man davon absieht, dass die „alten“ Substanzen noch als „Negativ-Kontrolle“ dienen. Das gilt auch und ganz besonders für das Succinylcholin, um das sich bald international aber auch im deutschsprachigen Raum (Buzello 1994, S. 71; DGAI 1995) eine sehr emotional geführte Diskussion entwickelte. Am Ende dieser Periode steht neben den erwähnten erfolgreichen und mittlerweile etablierten Substanzen auch der misslungene Versuch, mit Rapacuronium eine Substanz mit annähernd gleich schneller Anschlagzeit wie Succinylcholin zu entwickeln. (Goudsouzian 2001, S. 727-728; Kron 2001, S. 923-924; Meakin 2001, S. 926-927; Naguib 2001, S. 924-925) Andererseits steht uns mit der Larynxmaske ein Verfahren zur Verfügung, bei dem wir nicht mehr intubieren müssen und häufig auf ein Muskelrelaxans verzichten können (Brain 1983, S. 801-803). Daneben könnten die besser steuerbaren Hypnotika und Opiode auch die intraoperative Notwendigkeit zu relaxieren vermindern (Inada 1987, S. 866-870; Jones 1990, S. 12; Rosow 1993, S. 875-876).

Die veränderten Möglichkeiten haben sich in einer Vielzahl von Publikationen und in veränderten Lehrmeinungen niedergeschlagen. Ob sich damit auch die klinische Praxis geändert hat, kann jedoch für die Bundesrepublik Deutschland nicht beantwortet werden, denn im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern (Clerque 1999, S. 1514-1516) gibt es in Deutschland keine epidemiologischen Daten zur Anwendung von Muskelrelaxanzien außer einzelnen stichprobenartigen Befragungen (Osmer 1996, S. 392) und nicht kontrollierten Umfragen der Industrie. Ziel dieser Umfrage war es daher, einen objektiven Überblick über die Anwendungsgewohnheiten von Muskelrelaxanzien in Deutschland zu erhalten.



Besonders beachtet wurden die Anwendungsgewohnheiten für Muskelrelaxanzien bei Patienten mit bzw. ohne Aspirationsrisiko. War vor einigen Jahrzehnten noch Succinylcholin das am häufigsten verwendete Relaxans zur Induktion einer neuromuskulären Blockade auch bei fehlender Aspirationsgefahr, so könnte sich dies in den letzten Jahren durch die lebhaft diskussion um Succinylcholin (Buzello 1994, S. 70-71; DGAI 1995, S.) und durch die Einführung neuer Muskelrelaxanzien geändert haben. Exakte Zahlen zu veränderten Anwendungsgewohnheiten gibt es jedoch nicht. Ebenso fehlen Angaben, wie häufig Priming, Timing oder Präkurarisieren eingesetzt werden.

Von allen zur Zeit im Handel erhältlichen Muskelrelaxanzien hat Succinylcholin mit 40 – 60s die kürzeste Anschlagzeit. Deshalb hat es besondere Vorzüge bei der Blitzintubation. Mittellang wirkende nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien wie Vecuronium, Atracurium, Cisatracurium und Mivacurium weisen selbst in Megadosierungen eine für die Blitzintubation zu lange Anschlagzeit auf und konnten sich mit Ausnahme des Rocuronium nicht als Alternative für diese Anwendung etablieren. Aber auch für das Rocuronium wird zur Blitzintubation eine Dosis von 1,0 mg/kg empfohlen, die einer 3-fachen ED<sub>95</sub> entspricht (Andrews 1999, S. 4, Engbaek 1985, S. 117-120; Magorian 1993, S. 913-914) und daher unvergleichbar länger wirkt als Succinylcholin.

Neben der Frage wie oft die unterschiedlichen Substanzen verwendet werden, interessiert auch deren Differentialindikation. Die pharmakodynamischen und -kinetischen Profile der einzelnen Muskelrelaxanzien bzw. die Wünsche der Anwender nach besonderen Eigenschaften könnten deren Auswahl sowohl zur Induktion als auch zur Aufrechterhaltung einer neuromuskulären Blockade beeinflussen. Dadurch könnten Substanzen wie Cisatracurium, Mivacurium oder Rocuronium häufiger angewendet werden. Andere mögliche Einflussfaktoren, wie das Nebenwirkungsprofil oder auch die Kosten könnten angesichts des zunehmenden ökonomischen Druckes im Gesundheitswesen ein Entscheidungskriterium für eine billigere oder eine nebenwirkungsärmere Substanz sein. Wir untersuchten daher auch, ob der Wunsch nach bestimmten Eigenschaften der Muskelrelaxanzien, der Wunsch nach einem nichtdepolarisierenden Succinylcholin-Ersatz oder die Art des Krankenhauses die Anwendungsgewohnheiten von Muskelrelaxanzien beeinflussen.

Schließlich war es Gegenstand dieser bundesweiten Untersuchung, die aktuellen Anwendungsgewohnheiten sowie die Arbeitsplatzverfügbarkeit des neuromuskulären Monitorings zu untersuchen. Seit der Vorstellung des „St. Thomas’s Hospital nerve stimulator“ vor über 40 Jahren ist es möglich, intraoperativ die Gabe von Muskelrelaxanzien zu titrieren und so die

neuromuskuläre Blockade individuell an den Bedarf des Patienten bzw. die chirurgische Situation anzupassen; darüber hinaus kann damit die neuromuskuläre Erholung überwacht werden (Christie 1958, S. 776). Obwohl das neuromuskuläre Monitoring von den Berufsverbänden als Basismonitoring empfohlen wird (Wilhelm 2000, S. 7-8), liegen über seine tatsächliche Anwendung im klinischen Alltag nach wie vor nur sehr wenige Daten vor. (Osmer 1996, S. 392).

## 2 Methode

Wir erstellten einen Fragebogen, der nach der Anwendung der Muskelrelaxanzien in der Klinik fragt. Im Juli 2000 wurden insgesamt 2996 Fragebögen über eine Versandfirma anonym an die Leiter deutscher Anästhesieabteilungen und freier Anästhesiepraxen geschickt. Nach sechs Wochen erhielten alle Einrichtungen, die in dieser Frist nicht geantwortet hatten, einen zweiten Fragebogen zugesendet. Nach weiteren sechs Wochen wurde nochmals ohne Fragebogen erinnert. Den ersten beiden Aussendungen legten wir einen frankierten Rücksendeumschlag und einen Bleistift zur vereinfachten Bearbeitung der Fragebögen bei. Die Fragebögen 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 10.0.7, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

Der Fragebogen ist in 7 Abschnitte gegliedert (Abbildung 1). Abschnitt 1 enthält Fragen zum Versorgungsauftrag und Abschnitt 2 Fragen zum Träger der Klinik. Abschnitt 3 fragt nach der Gesamtzahl der Anästhesie-Leistungen, dem relativen Anteile an Allgemeinanästhesien mit Intubation bzw. Larynx- oder Gesichtsmaske und ob dabei ein Muskelrelaxans verwendet wird.

In den Abschnitten 4 und 5 werden die Anwendungsgewohnheiten der in Deutschland verfügbaren Muskelrelaxanzien und die Techniken der Muskelrelaxanzienangabe zur Blitzintubation (4.1), zur Routineeinleitung (4.2) und zur Nachrelaxierung (5) erfragt. Abschnitt 6 behandelt das neuromuskulären Monitoring. Diese Anwendungsgewohnheiten sind in Häufigkeitsintervalle zwischen 0-20%, 21-40%, 41-60%, 61-80%, 81-100% eingeteilt. Diese Einteilung hätte impliziert, dass Einrichtungen die eine Substanz oder ein Verfahren nie verwenden mit „0-20%“ antworten hätten können. Tatsächlich sind jedoch in 92.3% aller Fragebögen Felder aus diesen Abschnitten teilweise nicht markiert worden. Diese hohe Anzahl solcher fehlender Markierung und das Muster der fehlenden Markierungen (ausschließlich innerhalb der Abschnitte 4.1, 4.2 und 5) müssen als Hinweis gewertet werden, dass diese große Mehrzahl der Befragten keine Markierung ausfüllten, wenn sie eine bestimmte Substanz bzw. ein bestimmtes Verfahren nie anwenden. Fehlende Markierungen bei den Anwendungsgewohnheiten haben wir daher mit der zusätzlichen Antwortoption „nie“ bewertet.



Damit steht eine zusätzliche Information zur Verfügung. Einrichtungen, die eine bestimmte Substanz, in keinem Abschnitt markiert haben, verwenden diese also für keine der möglichen Indikationen. So lässt sich darstellen wie viele Substanzen in den jeweiligen Abteilungen zumindest gelegentlich verwendet werden bzw. wie häufig eine bestimmtes Muskelrelaxans zum Repertoire deutscher Anästhesie-Abteilung gehört.

Im Abschnitt 7, Wünsche für den Einsatz von Muskelrelaxanzien, wird nach Eigenschaften von Muskelrelaxanzien gefragt, die bei der Auswahl einer Substanz besonders relevant sind. Von 10 wünschenswerten Eigenschaften von Muskelrelaxanzien sollten genau drei ausgewählt werden. Zusätzlich fragten wir nach Möglichkeiten das neuromuskuläre Monitoring zu begünstigen, nach dem Wunsch für einen nichtdepolarisierenden Succinylcholinersatz, sowie ob die Angaben auf einer Datenerhebung oder einer Schätzung basieren.

Zunächst wurden die Häufigkeiten der Anwendungsgewohnheiten der Muskelrelaxanzien bzw. Methoden berechnet. Dargestellt wurden diese Anwendungsgewohnheiten für die einzelnen Substanzen bzw. Methoden mit gestapelten Säulen. Die Breite der Säulen repräsentiert die absolute Zahl der jeweiligen Antworten (einer Zeile), die Höhe der sechs Säulenabschnitte den relativen Anteil jeder der fünf Anwendungsgewohnheit bzw. Methoden, von oben beginnend mit der höchsten Anwendungsgewohnheit (81-100%). Der unterste Abschnitt gibt den Anteil der Fragebögen an, in denen die Anwendungsgewohnheit bzw. Methoden nicht angekreuzt wurde („nie“).

Die Auswahl einer von acht Substanzen, einer von drei Techniken bzw. Methoden mit einer gewissen Anwendungsgewohnheit (Ordnungszahl) ist abhängig von den möglichen Alternativen. Da es sich also um von einander abhängige, nicht-parametrische Variablen handelt, wurden sie mit dem Friedman Test auf signifikante Unterschiede der Anwendungsgewohnheiten innerhalb die jeweiligen Antwortblöcke (Abschnitte 4, 5 und 6) untersucht. Post-hoc wurden die mittleren Rangdifferenzen verglichen.

Mit diesem Fragebogen sollten jedoch nicht nur Anwendungsgewohnheiten von Muskelrelaxanzien (Abschnitt 4 und 5) und neuromuskulärem Monitoring (Abschnitt 5 und 6) erfragt werden, sondern aus den Angaben auf mögliche Einflüsse auf die jeweiligen Anwendungsgewohnheiten geschlossen werden. Solche Einflüsse könnten aus den Wünschen nach den Eigenschaften der Muskelrelaxanzien (Abschnitt 7), nach Wünschen für veränderten Monitoring-Bedingungen (Abschnitt 7) aber auch aus der Größe der Einrichtungen (Abschnitte 1 und 2) oder der Anzahl der Anästhesieleistungen (Abschnitt 3) abgeleitet werden. Wir verwenden

deten daher aus den Abschnitten 1, 2, 3 und 7 alle denkbaren dichotomen Kriterien und korrelierten sie mit den Anwendungsgewohnheiten.

Ein geeignetes Verfahren Zusammenhänge zwischen den Anwendungsgewohnheiten und den denkbaren solchen dichotomen Kriterien zu prüfen, sind logistische Regressionen. Die Kriterien dienten als abhängige Merkmale. Die Häufigkeit des Einsatzes der verschiedenen Muskelrelaxanzien war die unabhängige Variable mit den 6 Ausprägungen: „nie“:= 0; „0-20%“:= 1; „21-40%“:= 2; „41-60%“:= 3; „61-80%“:= 4; „81-100%“:= 5. Die Analysen erfolgten für jeden Anwendungsbereich (Blitzintubation, Routineintubation, Nachrelaxierung und neuromuskuläres Monitoring) getrennt. Um nur solche Muskelrelaxanzien bzw. Monitoring-Techniken 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  $\chi^2$ -Test identifiziert ( $p < 0,01$ ).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Struktur der Anästhesie-Einrichtungen dieser Umfrage

Von den 2996 Fragebögen der ersten Aussendung kamen 1587 (53,0%) ausgefüllt zurück. Von den 1638 Fragebögen der zweiten Aussendung wurden 579 beantwortet (35,4%). Darunter waren 60 Fragebögen, die auf Grund zeitlicher Überlagerung doppelt ausgefüllt waren. 52 Fragebögen waren nicht ausgefüllt zurückgesendet worden. Somit konnten 2054 Fragebögen von 2996 Einrichtungen ausgewertet werden (68,6%).

Es antworteten 903 (44%) niedergelassene Anästhesisten, 301 (14,7%) Abteilungen aus Krankenhäusern mit Grundversorgungsauftrag, 486 (23,7%) mit Regelversorgungsauftrag, 262 (12,8%) aus Schwerpunktkliniken und 102 (5%) mit Maximalversorgungsauftrag. Sie teilten sich wiederum auf in 805 (39,2%) freie Praxen, 672 (32,7%) private Träger (auch konfessionell), 521 (25,4%) kommunale Träger (öffentlich-rechtlich) und 45 (2,2%) Universitäten. Im weiteren Verlauf unterteilten wir die Fragebogen nach Versorgungsauftrag und Träger der Klinik in drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger. Damit war es möglich die signifikanten Unterschiede besonders der kleinen Praxen bzw. der großen meist Universitätsbetriebe zu den Krankenhäusern im Umgang mit Muskelrelaxanzien zur Blitz- und Routineintubation bzw. bei der Wahl der Methode und Verwendung des neuromuskulären Monitorings zu verdeutlichen

Die Gesamtzahl der Anästhesieleistungen im Jahr zeigt Tabelle 1, den Anteil an Allgemeinnarkosen mit Intubation oder Larynx- und Gesichtsmaske mit oder ohne Verbrauch von Muskelrelaxans Tabelle 2.

Tabelle 1: Verteilung der Abteilungen nach Anästhesieleistungen pro Jahr

	bis 2000	2000-4000	4000-8000	8000-12000	12000-20000	darüber
Gesamtzahl der Anästhesieleistungen	688 (33,5%)	641 (31,2%)	466 (22,7%)	133 (6,5%)	67 (3,3%)	22 (1,1%)

Die Basis der Angaben besteht nur bei 350 (17%) der Antworten auf einer Datenerhebung, 1613 (78,5%) geben als Basis ihrer Angaben eine Schätzung an.

Tabelle 2: Verteilung der Abteilungen nach den Anteilen der Allgemeinanästhesien und deren Techniken

	bis 50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	91-100%
davon Allgemeinanästhesien	222 (10,8%)	149 (7,3%)	289 (14,1%)	457 (22,2%)	497 (24,2%)	440 (21,4%)
- davon Intubationen	742 (36,1%)	268 (13%)	286 (13,9%)	315 (15,3%)	299 (14,6%)	144 (7%)
- - davon mit Muskelrelaxans	542 (26,4%)	138(6,7%)	151 (7,4%)	171 (8,3%)	212 (10,3%)	840 (40,9%)
	bis 10%	11-20%	21-30%	31-40%	41-50%	über 50%
- davon Larynx - oder Gesichtsmaske	415 (20,2%)	446 (21,7%)	294 (14,3%)	163 (7,9%)	165 (8%)	466 (22,7%)
- - davon mit Muskelrelaxans	1469 (71,4%)	146 (7,1%)	90 (4,4%)	65 (3,2%)	77 (3,7%)	209 (10,2%)

### 3.2 Wünsche an Muskelrelaxanzien

Wie häufig bestimmte Eigenschaften eines Muskelrelaxans gefordert wurden, zeigt Abbildung 2. Einen nichtdepolarisierenden Succinylcholinersatz wünschten sich 1539 Abteilungen (74,9%).

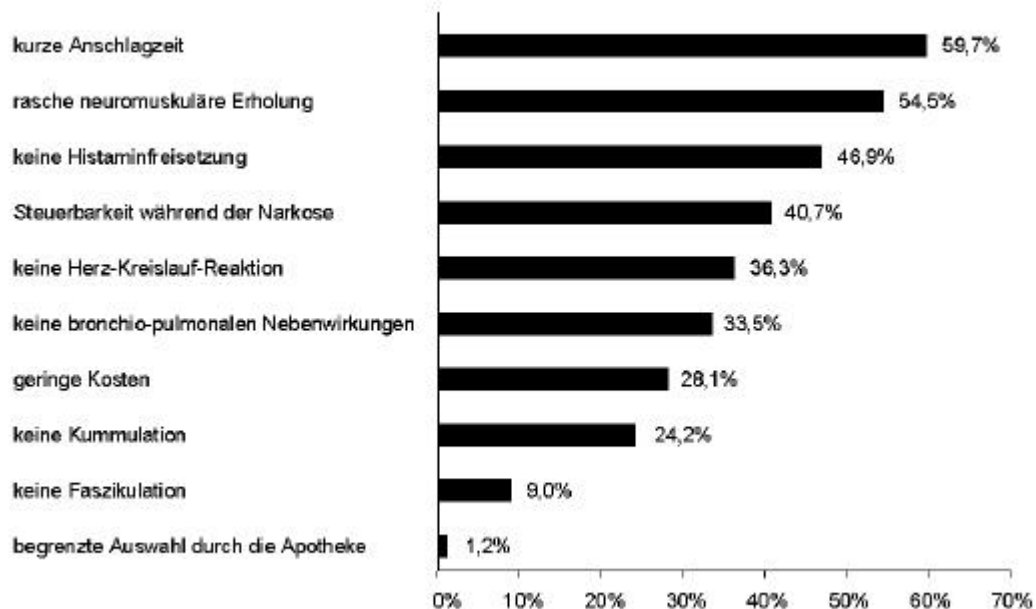


Abbildung 2: Rangliste der Eigenschaften von Muskelrelaxanzien, die bei der Auswahl einer Substanz besonders wichtig sind ( 3 Antworten)

Alle getesteten dichotomen Kriterien korrelieren ohne Ausnahme mit den Anwendungsgewohnheiten der Muskelrelaxanzien und dem neuromuskulären Monitoring. Bei der schrittwei-



sen Testung wurde jeweils mindestens ein Muskelrelaxans bzw. eine Monitoring-Eigenschaft in die logistische Regression eingeschlossen. Im einzelnen ergaben sich:

- Jede der zehn Eigenschaften für Muskelrelaxanzien (Abschnitt 7 des Fragebogens) war mit den Anwendungsgewohnheiten von mindestens einem Muskelrelaxans korreliert. Viele Ergebnisse waren jedoch redundant. Die Wünsche an die Muskelrelaxanzien konnten daher auf vier Kriterien reduziert werden. Das Kriterium „fehlende Nebenwirkungen“ beinhaltet: ‚keine Histaminfreisetzung‘, ‚keine bronchio-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 Aspekte“ steht für ‚geringe Kosten‘ und die ‚begrenzte Auswahl durch die Apotheke‘ (ja: = 1; nein: = 0).
- Der Wunsch nach einer nichtdepolarisierenden Ersatzsubstanz für Succinylcholin wurde unverändert als Kriterium übernommen (ja: = 1; nein: = 0). Abteilungen, die sich einen Succinylcholinersatz für die Zukunft wünschen, verwenden heute andere Muskelrelaxanzien.
- Die Suche nach Einflüssen der Art der Klinik (Abschnitte 1 und 2 des Fragebogens) und der Anzahl der Anästhesieleistungen auf die Anwendungsgewohnheiten erbrachte ebenfalls redundante Ergebnisse. Grundsätzliche errechneten sich Unterschiede für sehr große Kliniken im Vergleich zu mittleren und den kleinen Kliniken. Für die Bewertung dieser Unterschiede reicht eine Unterscheidung von drei Gruppen: ‚Praxen‘ (aus Abschnitt 2 des Fragebogens) und ‚Maximalversorger‘ (aus Abschnitt 1 des Fragebogens) wurden heraus gegriffen und jeweils dem Rest der ‚Krankenhäuser‘ gegenübergestellt („Praxis“:= 0; „Krankenhaus“:= 1 bzw. „Krankenhaus“:= 0; „Maximalversorgungsklinik“:= 1).
- Beim Kriterium „Verwendung des neuromuskulären Monitorings“ wurde unterschieden in Abteilungen mit „häufigem“ und „seltenem“ neuromuskulären Monitoring. Dabei wurden solche Abteilungen als „häufig“ klassifiziert, die mindestens einmal bei „Intubation“, „intraoperativ“, bei der „Erholung/Extubation“ oder „postoperativ“ mit „61-80%“ oder „81-100%“ geantwortet haben (häufig: = 1; selten: = 0). Die Verwen-

dung des neuromuskulären Monitorings beeinflusst die Anwendungsgewohnheiten der Muskelrelaxanzien.

### 3.3 Anwendung von Muskelrelaxanzien für alle Indikationen

Aus den Anwendungsgewohnheiten der Muskelrelaxanzien für Blitzintubation, Routineeinleitung und für Nachrelaxierung kann geschlossen werden, dass sich mehr als die Hälfte der Abteilungen (57,3%) auf höchstens drei Muskelrelaxanzien und mehr als drei Viertel (77,9%) auf vier Substanzen beschränken (Abbildung 3). Dabei gehört Succinylcholin in nahezu 90% der Kliniken zum Repertoire, gefolgt von Mivacurium, Vecuronium und Atracurium. Am häufigsten (75,3%) wird auf Alcuronium verzichtet (Abbildung 4).

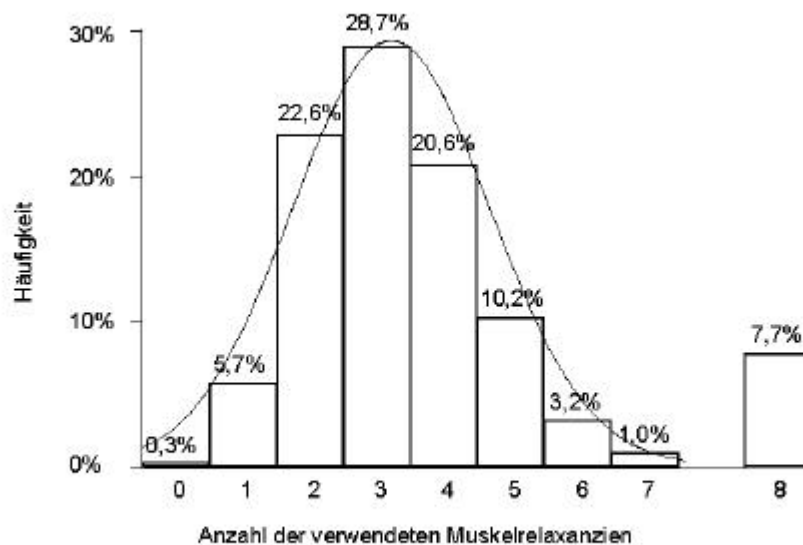


Abbildung 3: Histogramm über die Anzahl der Muskelrelaxanzien, die zumindest gelegentlich (nicht „nie“) für die Blitzintubation, Routineeinleitung oder Nachrelaxierung verwendet wird. Die Normalverteilungskurve wurde für 0 bis 7 Substanzen errechnet und die Säule für 8 verwendete Substanzen nach rechts abgesetzt, da die Quote zu hoch errechnet wurde (siehe Text).

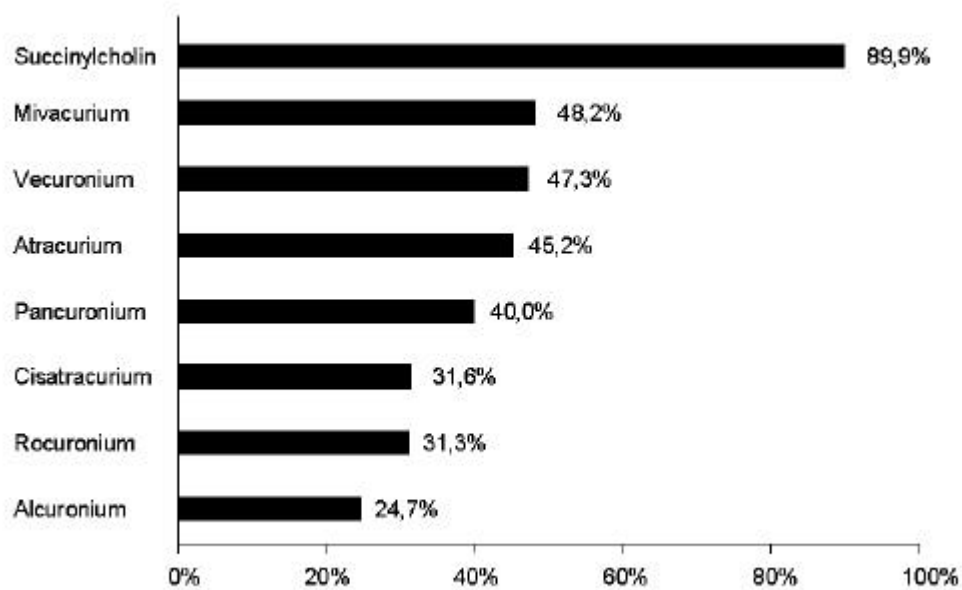


Abbildung 4: Rangliste der Muskelrelaxanzien, die zum Repertoire einer Abteilung gehört, d.h. zumindest gelegentlich (nicht „nie“) für die Blitzintubation, Routineeinleitung oder Nachrelaxierung verwendet wird.

### 3.4 Muskelrelaxanzien für die Routineeinleitung

Für die Anästhesie bei Patienten ohne Aspirationsrisiko Succinylcholin wird in 13,6% aller Abteilungen regelmäßig (81-100% aller Fälle) zur Induktion einer neuromuskulären Blockade bei der Einleitung einer Intubationsnarkose auch ohne Indikation zur Blitzintubation verwendet. Alle anderen nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien werden signifikant seltener genannt (Abbildung 5). Ungefähr 19% der Befragten verwenden die Priming-Technik und 22% eine Präkurarisation mit einem nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans regelmäßig. Mit einer Häufigkeit von 7,1% der elektiven Narkoseeinleitung wurde angegeben, dass die gesamte Muskelrelaxansdosis vor der Gabe eines Hypnotikums regelmäßig injiziert wird (Timing-Technik; Abbildung 6).

Die Anwendungsgewohnheiten für Muskelrelaxanzien zur Nachrelaxierung gleichen in den meisten Fällen denen zur Induktion der neuromuskulären Blockade (Abbildung 7). Lediglich Succinylcholin rückt vom ersten auf den siebten Rang. Das bedeutet aber, dass trotzdem noch in 1,4% der befragten Abteilungen eine erforderliche Nachrelaxation regelmäßig (81-100%) mit Succinylcholin durchgeführt wird.

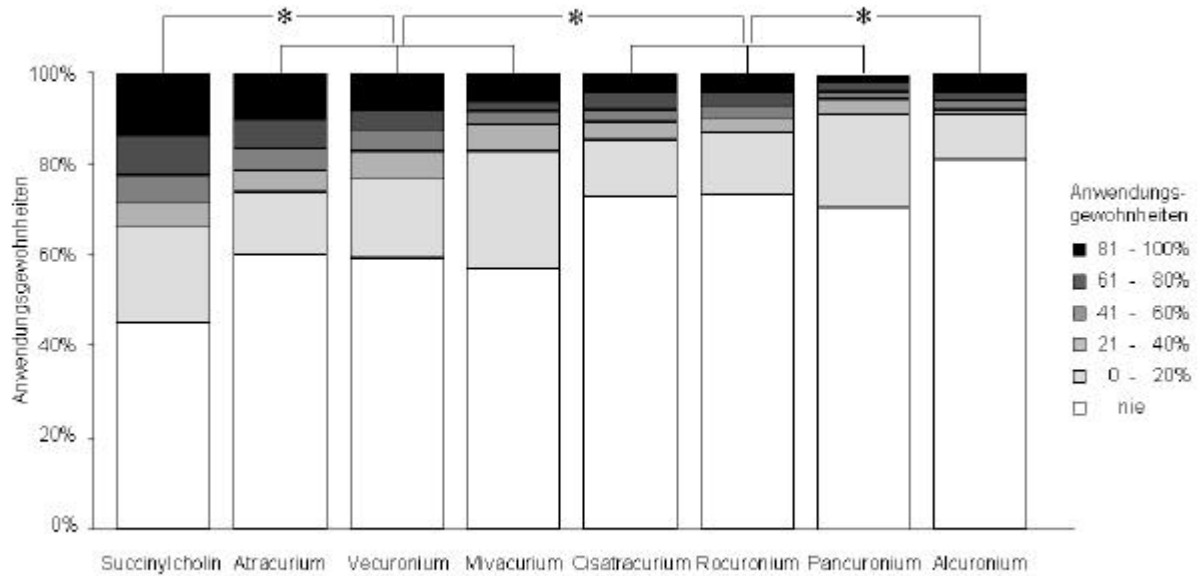


Abbildung 5: Muskelrelaxanzien zur Routineeinleitung. Dargestellt ist wie häufig (%) die 2054 antwortenden Einrichtungen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Muskelrelaxanzien zur Intubation bei Patienten ohne Indikation zur Blitzintubation genannt haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Substanzen unterscheiden sich signifikant. Post-hoc lassen sich vier Gruppen unterscheiden, deren Anwendungsgewohnheiten sich innerhalb der Gruppe nicht unterscheiden, jedoch zu den anderen signifikante Unterschiede haben (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen für acht Substanzen mit abnehmender Häufigkeit: Succinylcholin wird am häufigsten angewendet (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am häufigsten genannt), gefolgt von der Dreiergruppe, Atracurium, Vecuronium und Mivacurium, mit der zweithäufigsten Anwendung, einer weiteren Dreiergruppe, Cisatracurium, Rocuronium und Pancuronium, mit der dritthäufigsten Anwendung, und schließlich Alcuronium, das am seltensten eingesetzt wird.

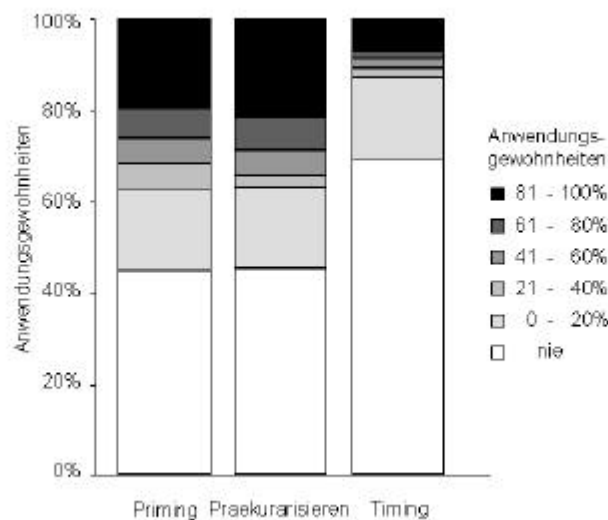


Abbildung 6: Einleitungstechniken. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Einrichtungen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Einleitungstechniken zur Intubation bei Patienten ohne Indikation zur Blitzintubation gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der drei Einleitungstechniken, Priming, Timing und Präkurarisierung, sind nicht miteinander verglichen worden.

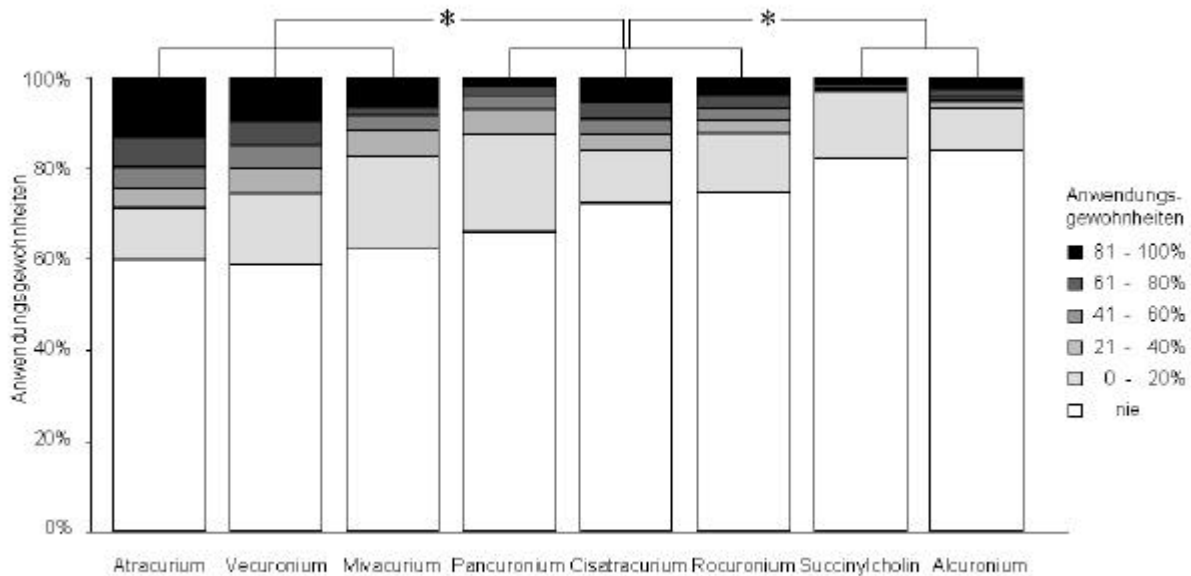


Abbildung 7: Muskelrelaxanzien zur Nachrelaxierung. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Einrichtungen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) der Muskelrelaxanzien zur Nachrelaxierung gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Substanzen unterscheiden sich signifikant. Post-hoc lassen sich drei Gruppen unterscheiden, deren Anwendungsgewohnheiten sich innerhalb der Gruppe nicht unterscheiden, jedoch zu den anderen signifikante Unterschiede haben (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen für acht Substanzen mit abnehmender Häufigkeit: Atracurium, Vecuronium und Mivacurium werden am häufigsten angewendet (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten gemeldet), gefolgt von der Dreiergruppe, Pancuronium, Cisatracurium und Rocuronium, mit der zweithäufigsten Anwendung, und schließlich Succinylcholin und Alcuronium, die am seltensten eingesetzt werden.

### 3.5 Eigenschaften von Muskelrelaxanzien und ihre Anwendung bei Patienten ohne Aspirationsgefahr

Signifikante Korrelationen ermittelten wir zwischen dem Wunsch nach kurzen Anschlagszeiten und dem häufigeren Einsatz von Rocuronium (Abbildung 8), zwischen dem Wunsch nach guter Steuerbarkeit und dem selteneren Einsatz von Pancuronium bzw. im zweiten Schritt dem häufigeren Einsatz von Mivacurium (Abbildung 9), zwischen dem Wunsch nach fehlenden Nebenwirkungen und dem häufigeren Einsatz von Cisatracurium (Abbildung 10) sowie zwischen ökonomischen Aspekten und dem häufigeren Einsatz von Alcuronium bzw. im zweiten Schritt dem selteneren Einsatz von Cisatracurium (Abbildung 11). Schließlich korrelierten der Wunsch nach einem nichtdepolarisierenden Ersatz für Succinylcholin mit der Anwendungsgewohnheit von Succinylcholin. Einrichtungen, die nie Succinylcholin einsetzen (76,6%), wünschen sich signifikant häufiger einen „Succinylcholin-Ersatz“ als die anderen (Abbildung 12).

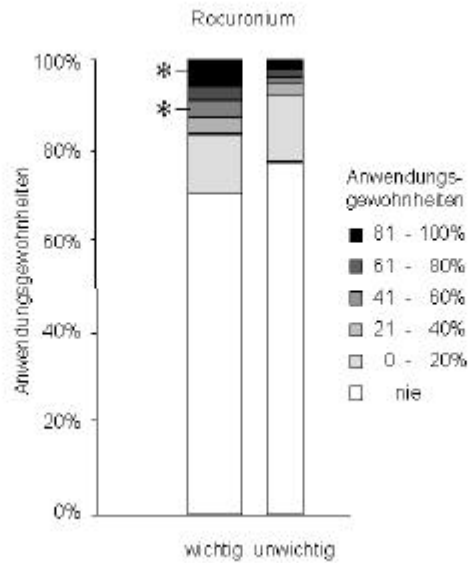


Abbildung 8: Der Wunsch nach einer kurzen Anschlagzeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Rocuronium und dem Wunsch nach einer kurzen Anschlagzeit einen signifikanten Zusammenhang. Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Rocuronium (81-100% und 41-60%) haben öfter eine kurze Anschlagzeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz im Feld „kurze Anschlagzeit ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 1227$ ; „unwichtig“:  $n = 827$ ).

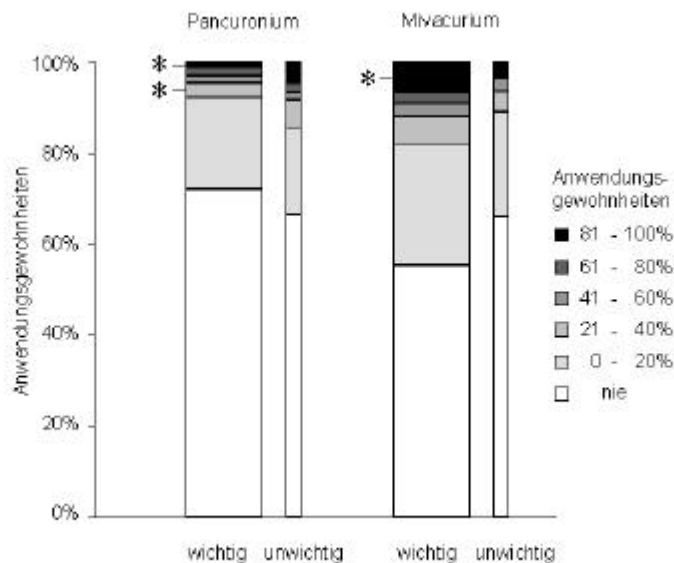


Abbildung 9: Der Wunsch nach guter Steuerbarkeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Pancuronium und im zweiten Schritt der von Mivacurium einerseits und dem Wunsch nach guter Steuerbarkeit andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Pancuronium (81-100%) haben seltener eine gute Steuerbarkeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt (\*  $P < 0,01$ ) und solche mit häufigem Einsatz von Mivacurium (81-100%) haben öfter eine gute Steuerbarkeit als richtungsweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „gute Steuerbarkeit während der Narkose ...“, „rasche neuromuskuläre Erholung ...“ oder „keine Kumulation ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“. („wichtig“:  $n = 1707$ ; „unwichtig“:  $n = 347$ ).

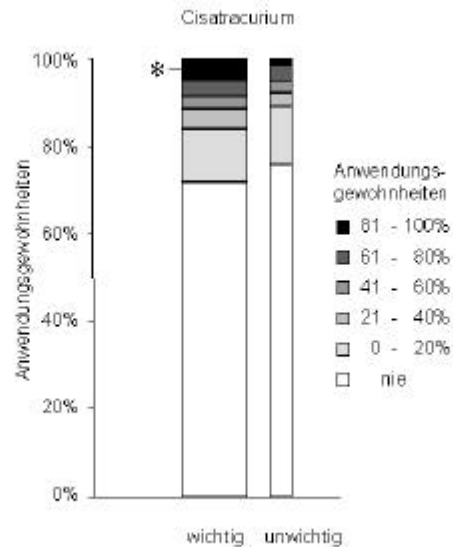


Abbildung 10: Der Wunsch nach fehlenden Nebenwirkungen und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Cisatracurium und dem Wunsch nach fehlenden Nebenwirkungen einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100%) öfter fehlende Nebenwirkungen als richtungweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „keine Histaminfreisetzung ...“, „keine bronchopulmonalen Nebenwirkungen ...“ oder „keine Herz-Kreislauf-Reaktionen ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 1515$ ; „unwichtig“:  $n = 539$ )

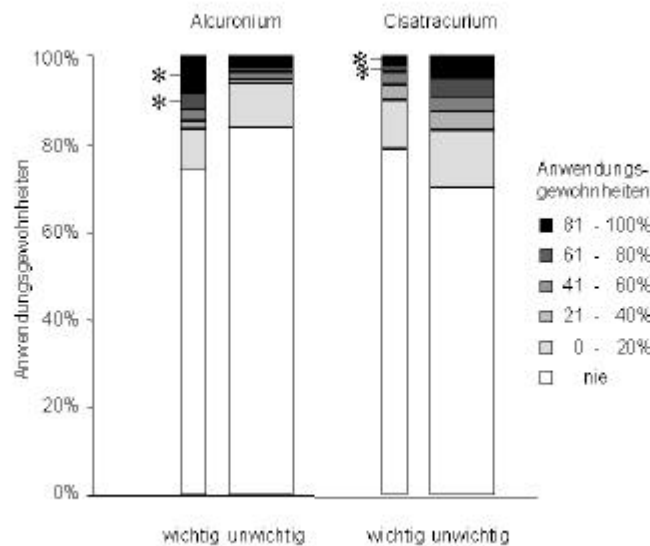


Abbildung 11: Ökonomische Aspekte und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Alcuronium und im zweiten Schritt der von Cisatracurium einerseits und ökonomischen Aspekten andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Alcuronium (81-100% und 61-80%) öfter ökonomische Aspekte (\*  $P < 0,01$ ) und solche mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100% und 61-80%) seltener ökonomische Aspekte als richtungweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „geringe Kosten ...“, „rasche neuromuskuläre Erholung ...“ oder „begrenzte Auswahl durch die Apotheke ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“. („wichtig“:  $n = 582$ ; „unwichtig“:  $n = 1472$ )

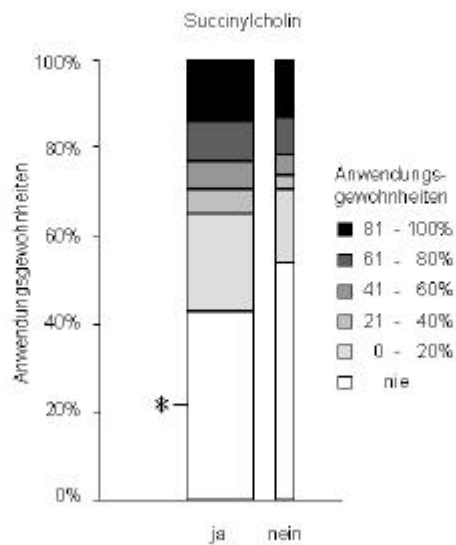


Abbildung 12: Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Succinylcholin und dem Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen, die nie Succinylcholin einsetzen, sich öfter einen „Succinylcholin-Ersatz“ wünschen (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „ja“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz in dem Feld „ja ... ein „Succinylcholin-Ersatz“ ist nötig“. („ja“:1539; „nein“:435)

### 3.6 Eigenschaften von Muskelrelaxanzien und ihre Anwendung zur Repetition

Die Eigenschaften der Muskelrelaxanzien mit Einfluss auf die Auswahl korrelierten auch mit den Anwendungsgewohnheiten für die einzelnen Substanzen zur Nachrelaxierung. Wurde eine kurze Anschlagszeit als entscheidender Faktor für den Einsatz der Muskelrelaxanzien genannt, wurde auch häufiger mit Rocuronium nachrelaxiert (Abbildung 13). War eine gute Steuerbarkeit entscheidendes Auswahlkriterium, wurde häufiger mit Mivacurium nachrelaxiert (Abbildung 14). Einen Einfluss des Wunsches nach fehlenden Nebenwirkungen auf die Wahl einer Substanz zur Nachrelaxierung konnte nicht gesehen werden. Abteilungen, die häufiger Alcuronium einsetzen bzw. seltener Cisatracurium einsetzen, nannten öfter ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans (Abbildung 15). Einrichtungen die Pancuronium selten einsetzen wünschen sich öfter einen Ersatz für Succinylcholin (Abbildung 16).



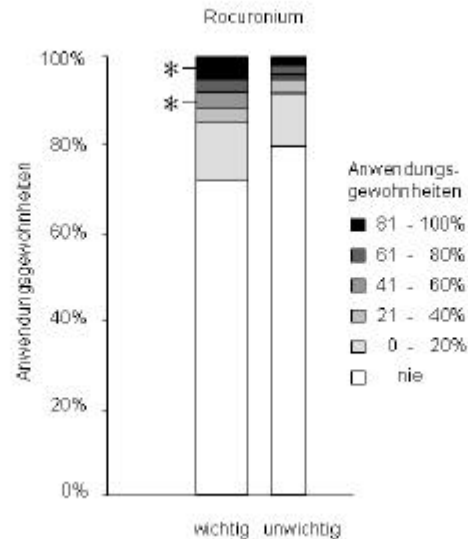


Abbildung 13: Der Wunsch nach einer kurzen Anschlagzeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Rocuronium und dem Wunsch nach einer kurzen Anschlagzeit einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Rocuronium (81-100% und 41-60%) öfter eine kurze Anschlagzeit als richtungweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz im Feld "kurze Anschlagzeit ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans". („wichtig“:  $n = 1227$ ; „unwichtig“:  $n = 827$ )

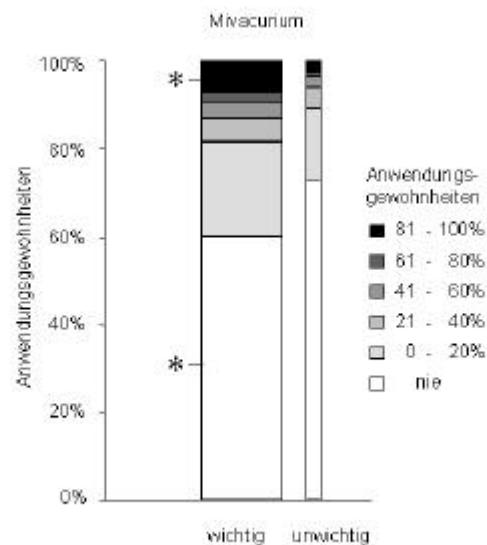


Abbildung 14: Der Wunsch nach guter Steuerbarkeit und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Mivacurium und dem Wunsch nach guter Steuerbarkeit einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Mivacurium (81-100%) öfter eine gute Steuerbarkeit als richtungweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ) und dass solche, die auf Mivacurium verzichten (nie) seltener eine gute Steuerbarkeit als richtungweisende Eigenschaft für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen "wichtig" repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern "gute Steuerbarkeit während der Narkose ...", "rasche neuromuskuläre Erholung ..." oder "keine Kumulation ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans". („wichtig“:  $n = 1707$ ; „unwichtig“:  $n = 347$ )

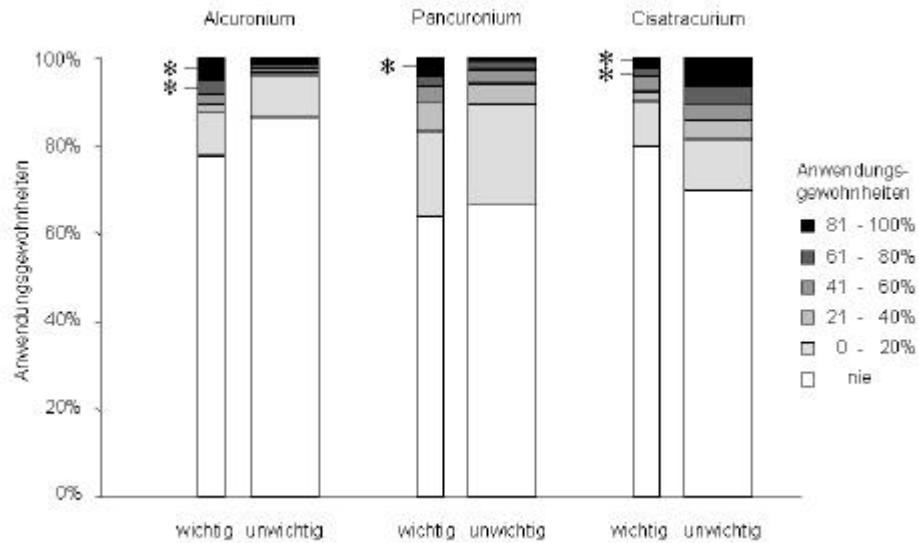


Abbildung 15: Ökonomische Aspekte und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Alcuronium, im zweiten Schritt der von Pancuronium und im dritten Schritt der von Cisatracurium einerseits und ökonomischen Aspekten andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Einrichtungen mit häufigem Einsatz von Alcuronium (81-100% und 61-80%) öfter ökonomische Aspekte als richtungswesend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ), dass solche mit häufigem Einsatz von Pancuronium (81-100%) ebenfalls öfter ökonomische Aspekte als richtungswesend für die Wahl eines Muskelrelaxans angekreuzt haben (\*  $P < 0,01$ ), und dass solche mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100% und 61-80%) seltener ökonomische Aspekte als richtungswesend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern „geringe Kosten ...“, „rasche neuromuskuläre Erholung ...“ oder „begrenzte Auswahl durch die Apotheke ... beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans“ („wichtig“:  $n = 582$ ; „unwichtig“:  $n = 1472$ )

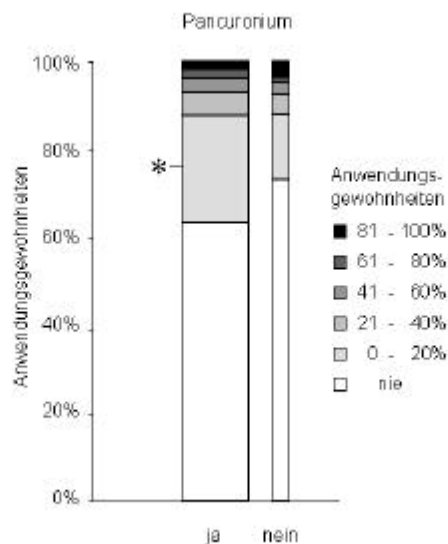


Abbildung 16: Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ und die Wahl des Muskelrelaxans zur Nachrelaxierung. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Pancuronium und dem Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen, die selten Pancuronium einsetzen (0-21%), sich öfter einen „Succinylcholin-Ersatz“ wünschen (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „ja“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz in dem Feld „ja ... ein „Succinylcholin-Ersatz“ ist nötig“ („ja“:  $n = 1539$ ; „nein“:  $n = 435$ )

### 3.7 Größe und Art der Anästhesieabteilung und die Anwendung von Muskelrelaxanzien zur Routineintubation

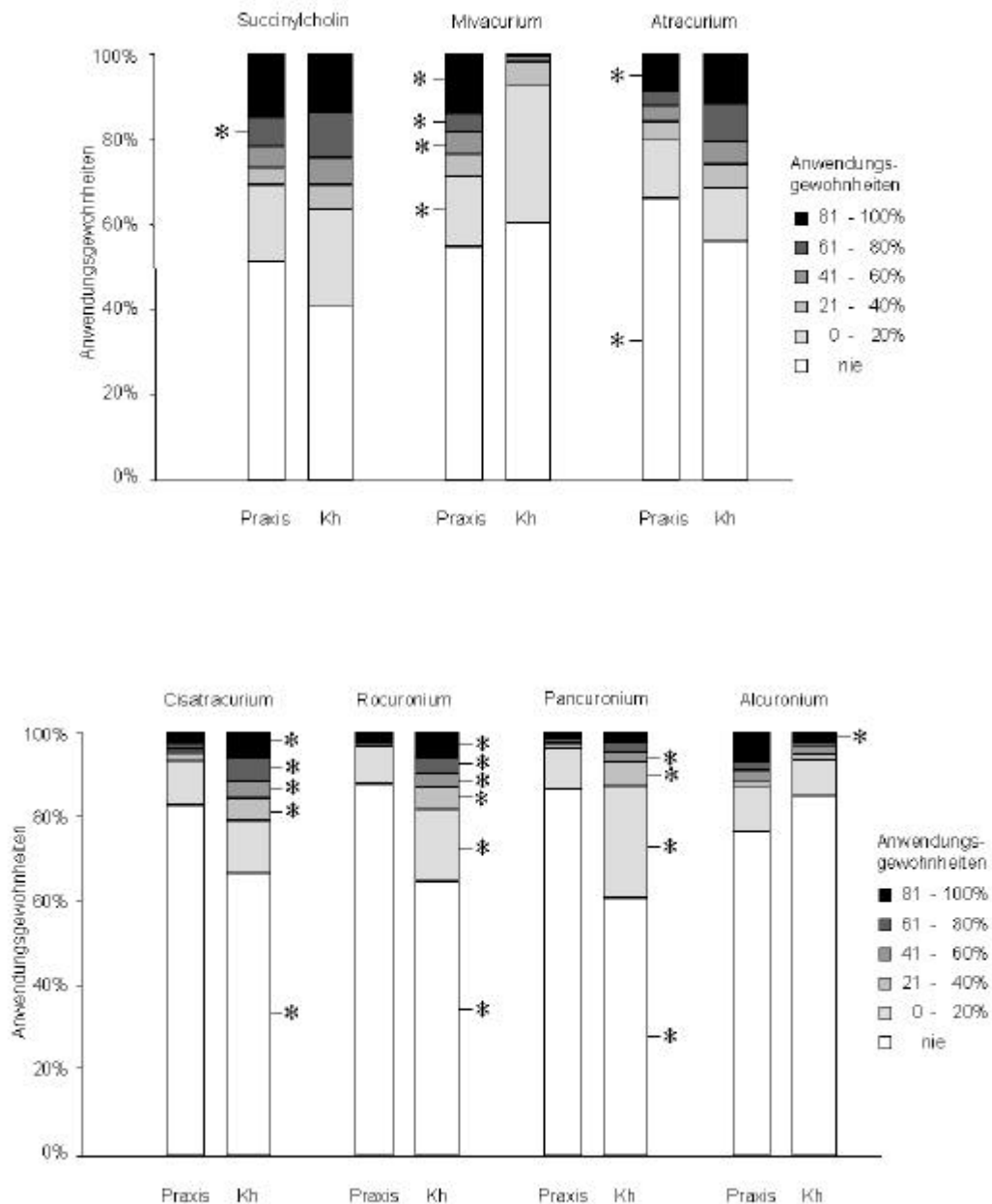


Abbildung 17: Unterteilung in Praxen und Krankenhäuser und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineintubation. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt in sieben Schritten einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Mivacurium (1.), Pancuronium (2.), Rocuronium (3.), Alcuronium (4.), Cisatracurium (5.), Atracurium (6.), und schließlich Succinylcholin (7.) und der Unterteilung der Fragebögen in Praxen und Krankenhäuser. Post-hoc zeigt sich, dass Praxen im Vergleich zu Krankenhäusern einen geringeren Einsatz von Succinylcholin (61-80%), einen höheren Einsatz von Mivacurium (0-100%), einen geringeren Einsatz von Atracurium (nie und 61-80%), Cisatracurium (nie und 21-100%), Rocuronium (nie-100%) und Pancuronium (nie-60%) und einen höheren Einsatz für Alcuronium (61-80%) angeben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Praxis“:  $n = 903$ ; „Kh“:  $n = 1049$ )

Auch die Größe und Art der Anästhesieabteilung beeinflusst die Anwendungsgewohnheiten der Muskelrelaxanzien. Insbesondere Praxen verwenden alle Muskelrelaxanzien mit Ausnahme von Vecuronium mit anderen Häufigkeiten als Krankenhäuser (Abbildung 17). Dagegen unterschieden sich die Anwendungsgewohnheiten von Häusern der Maximalversorgung von allen anderen Krankenhäusern nur durch einen signifikant höheren Einsatz von Rocuronium und Cisatracurium (Abbildung 18).

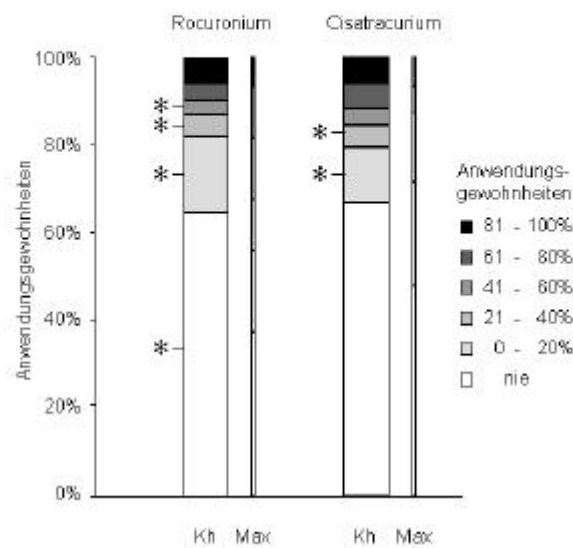


Abbildung 18: Unterteilung in Krankenhäuser und Maximalversorger und die Wahl des Muskelrelaxans zur Routineeinleitung. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Rocuronium und im zweiten Schritt von Cisatracurium einerseits und der Unterteilung der Fragebögen in Krankenhäuser und Maximalversorger andererseits einen signifikanten Unterschied. Post-hoc zeigt sich, dass Maximalversorger einen signifikant höheren Einsatz von Rocuronium (nie-60%) und Cisatracurium (0-40%) angeben (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Krankenhäusern und Maximalversorgern zugeteilt werden konnten („Kh“:  $n = 1049$ ; „Max“:  $n = 102$ ).

### 3.8 Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation

Von allen in Deutschland zugelassenen Muskelrelaxanzien wird Succinylcholin am häufigsten zur Blitzintubation eingesetzt. Von allen Befragten nutzen 56,5% fast ausschließlich Succinylcholin (81-100%) als Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Dagegen verzichteten 272 Abteilungen (13,2%) immer auf Succinylcholin zur Blitzintubation. Die anderen Muskelrelaxanzien werden signifikant seltener angewendet (Abbildung 19).

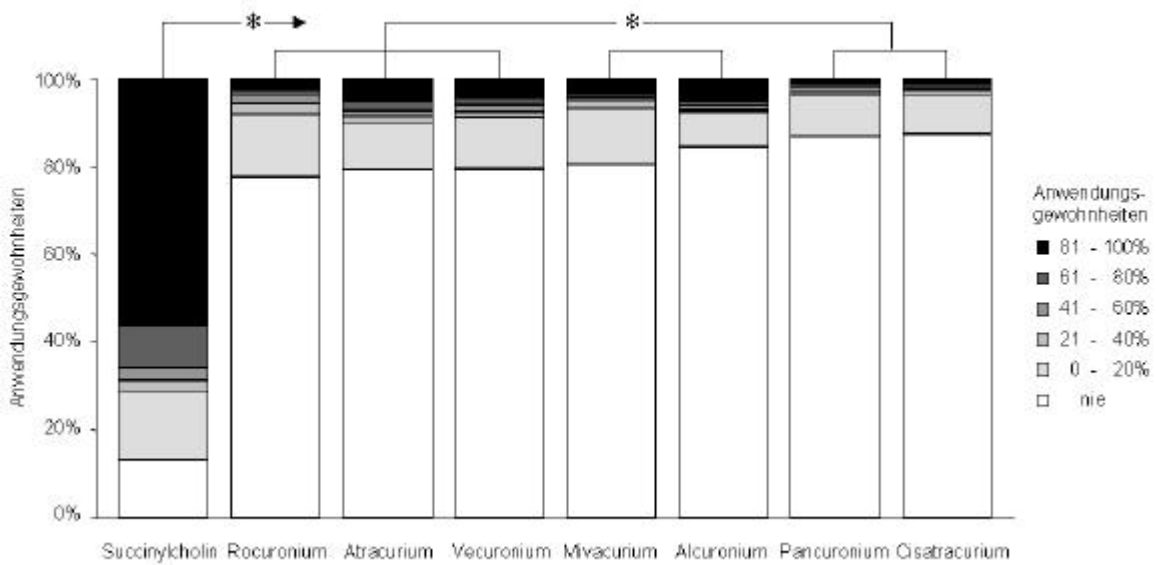


Abbildung 19: Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Muskelrelaxanzien zur Intubation bei Patienten mit Indikation zur Blitzintubation genannt haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Substanzen unterscheiden sich signifikant. Post-hoc gibt es vier Gruppen, deren Anwendungsgewohnheiten sich innerhalb der Gruppe nicht unterscheiden, jedoch zu den anderen signifikante Unterschiede haben (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen für acht Substanzen mit abnehmender Häufigkeit: Succinylcholin wird am häufigsten angewendet (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am häufigsten genannt), gefolgt von der Dreiergruppe, Rocuronium, Atracurium, und Vecuronium, mit der zweithäufigsten Anwendung, einem weiteren Paar, Mivacurium und Alcuronium, mit der drithäufigsten Anwendung, und schließlich das Paar Pancuronium und Cisatracurium, das am seltensten eingesetzt wird.

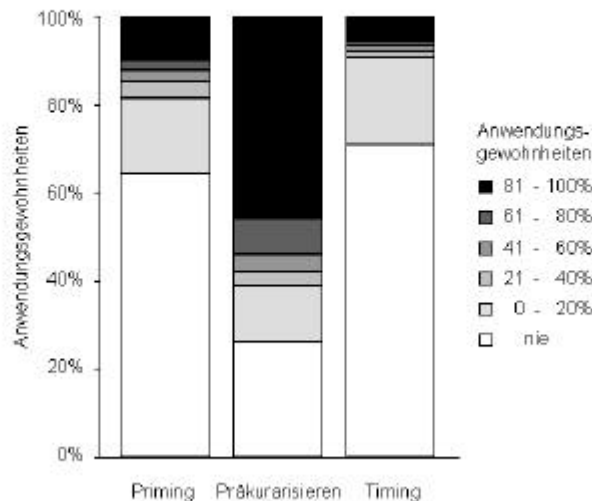


Abbildung 20: Einleitungstechniken zur Blitzintubation. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Einleitungstechniken zur Intubation bei Patienten mit Indikation zur Blitzintubation gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der drei Einleitungstechniken, Priming, Timing und Präkurarisierung, sind nicht miteinander verglichen worden.

Die Priming- und Timingtechnik verwenden 9,8% bzw. 5,4% der Befragten regelmäßig (81-100%), 64,4% bzw. 71,1% verwenden diese Techniken nie. Vor einer Blitzintubation präkurrarisieren 26,2% der antwortenden Anästhesieabteilungen nie, aber 45,6% präkurrarisieren regelmäßig (Abbildung 20).

### 3.9 Eigenschaften von Muskelrelaxanzien und ihre Anwendung zur Blitzintubation

Signifikante Korrelationen ermittelten wir nur zwischen ökonomischen Aspekten und dem häufigeren Einsatz von Alcuronium bzw. im zweiten und dritten Schritt dem selteneren Einsatz von Cisatracurium und Rocuronium (Abbildung 21). Zwischen den Wunsch nach kurzen Anschlagszeiten, dem nach guter Steuerbarkeit und dem nach fehlenden Nebenwirkungen einerseits und den Anwendungsgewohnheiten andererseits erreichten sich keine signifikanten Korrelationen. Der Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ korreliert mit der Anwendungsgewohnheit für Succinylcholin (Abbildung 22).

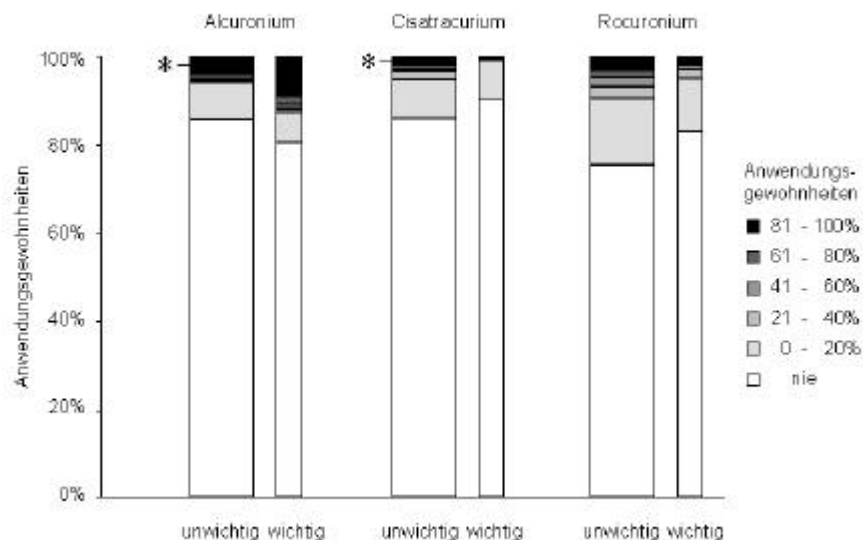


Abbildung 21: Ökonomische Aspekte und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt im ersten Schritt zwischen der Anwendungsgewohnheit von Alcuronium, im zweiten Schritt der von Cisatracurium und im dritten Schritt der von Rocuronium einerseits und ökonomischen Aspekten andererseits einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen mit häufigem Einsatz von Alcuronium (81-100%) öfter ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ) und dass solche mit häufigem Einsatz von Cisatracurium (81-100%) seltener ökonomische Aspekte als richtungsweisend für die Wahl eines Muskelrelaxans genannt haben (\*  $P < 0,01$ ). Für Rocuronium konnten post-hoc keine signifikanten Anwendungsgewohnheiten identifiziert werden. Die Breite der Säulen „wichtig“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit mindestens einem Kreuz in den Feldern: „geringe Kosten ...“ oder „begrenzte Auswahl durch die Apotheke ...“ beeinflusst die Wahl des Muskelrelaxans. („wichtig“:582; „unwichtig“:1472)

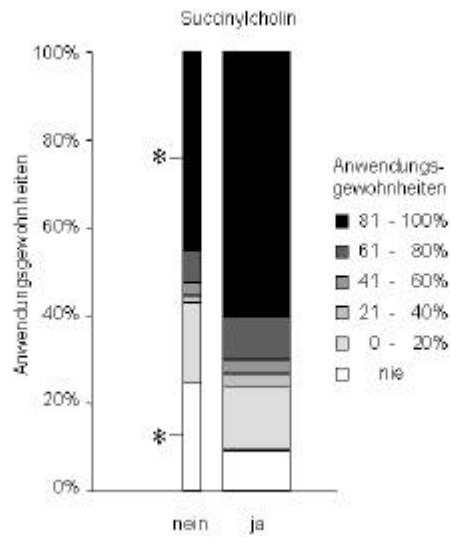


Abbildung 22: Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt lediglich zwischen der Anwendungsgewohnheit von Succinylcholin und dem Wunsch nach einem „Succinylcholin-Ersatz“ einen signifikanten Zusammenhang. Post-hoc zeigt sich, dass Kliniken und Praxen die immer Succinylcholin einsetzen (81-100%) und die nie Succinylcholin einsetzen, sich öfter einen „Succinylcholin-Ersatz“ wünschen (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen „ja“ repräsentiert die Anzahl der Fragebögen mit einem Kreuz in dem Feld „ja ... ein „Succinylcholin-Ersatz“ ist nötig“ („ja“: 1539; „nein“: 435)

### 3.10 Größe und Art der Anästhesieabteilung und die Anwendung von Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation

Praxen verwenden im Vergleich zu Krankenhäusern seltener Succinylcholin, Rocuronium, Pancuronium und Cisatracurium, aber häufiger Vecuronium, Mivacurium und Alcuronium zur Blitzintubation (Abbildungen 22). Zwischen Krankenhäusern und Kliniken der Maximalversorgung unterscheiden sich die Anwendungsgewohnheiten nur für Rocuronium (Abbildung 24). Maximalversorger verwenden signifikant häufiger Rocuronium und Cisatracurium

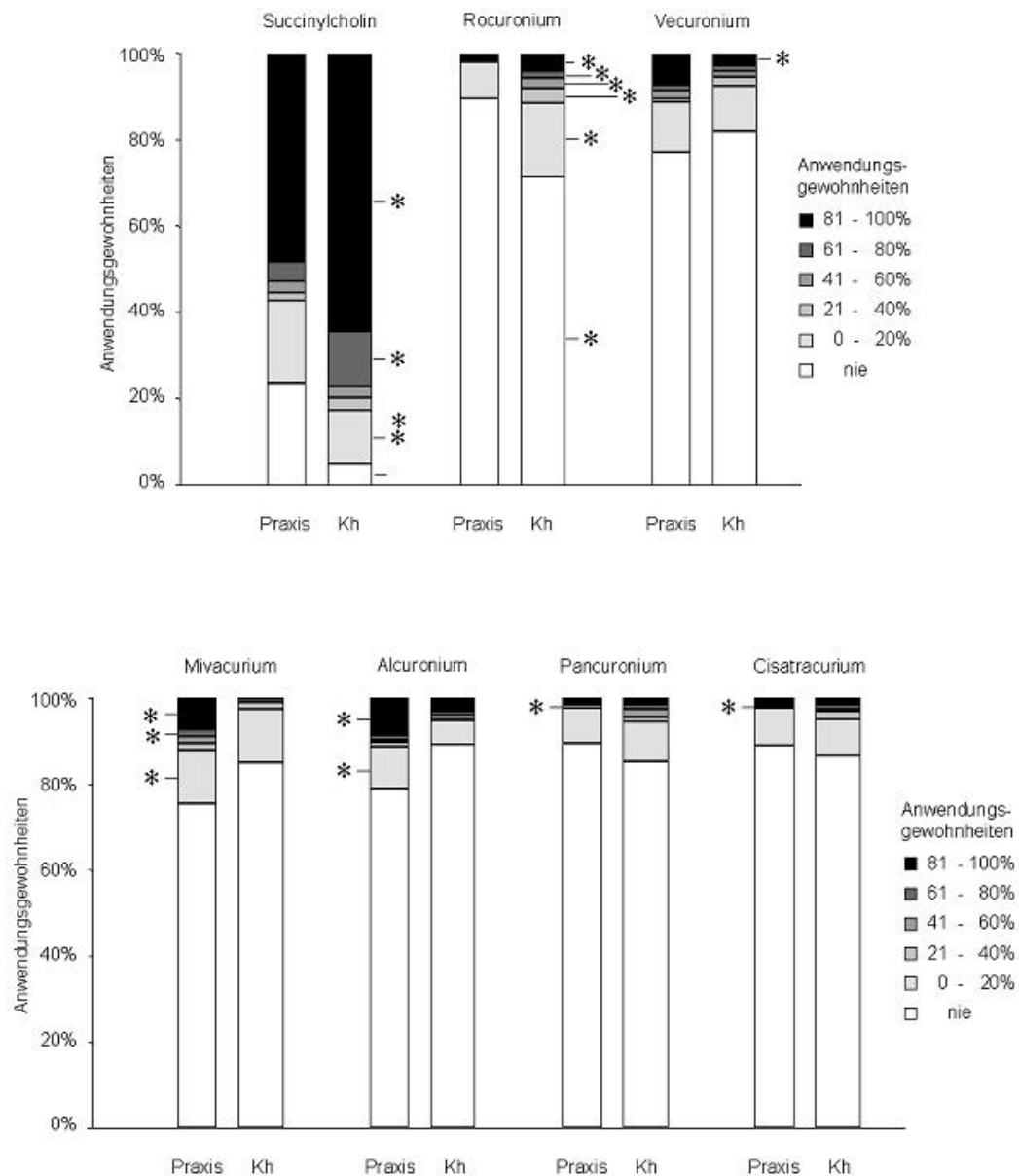


Abbildung 23: Unterteilung in Praxen und Krankenhäuser und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzzintubation. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt in sieben Schritten einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Succinylcholin (1.), Rocuronium (2.), Vecuronium (3.), Mivacurium (4.), Alcuronium (5.), Pancuronium (6.), und schließlich Cisatracurium(7.) und der Unterteilung der Fragebögen in Praxen und Krankenhäuser. Post-hoc zeigt sich, dass Praxen im Vergleich zu Krankenhäusern seltener Succinylcholin, Rocuronium, Pancuronium und Cisatracurium, aber häufiger Vecuronium, Mivacurium und Alcuronium verwenden (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Praxis“:903; „Kh“:1049)



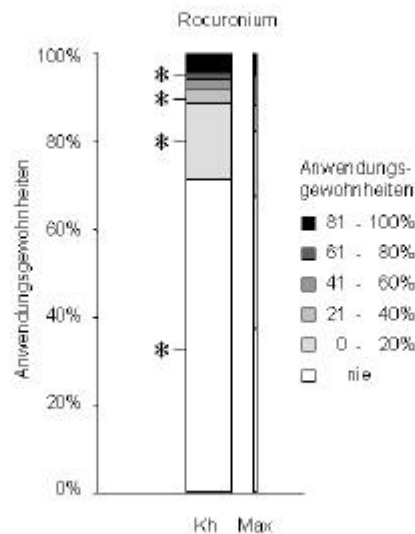


Abbildung 24: Unterteilung in Krankenhäuser und Maximalversorger und die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt nur zwischen den Anwendungsgewohnheiten von Rocuronium einerseits und der Unterteilung der Fragebögen in Krankenhäuser und Maximalversorger andererseits einen signifikanten Unterschied. Post-hoc zeigt sich, dass Maximalversorger häufiger Rocuronium verwenden (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Krankenhäusern und Maximalversorgern zugeteilt werden konnten. („Kh“:1049; „Max“:102)

### 3.11 Neuromuskuläres Monitoring

In 17,4% aller antwortenden Einrichtungen hat kein einziger Anästhesiearbeitsplätze ein geeignetes Gerät, die neuromuskuläre Transmission zu überwachen; immerhin 43,9% aller Einrichtung haben weniger als ein Fünftel ihrer Arbeitsplätze mit einem neuromuskulären Monitoring ausgestattet. 10,2% der antwortenden Einrichtungen haben an 21-40%, 8,4% an 41-60%, 6,4% an 61-80% und 13,8% aller Anästhesieeinrichtungen in Deutschland verfügen an fast allen Anästhesiearbeitsplätze (81-100%) über ein neuromuskuläres Monitoring. Zusätzlich besteht ein signifikantes Gefälle in der Arbeitsplatzverfügbarkeit von den Maximalversorgern zu den Krankenhäusern und weiter zu den Anästhesie-Praxen (Abbildung 25 und Abbildung 26).

Die neuromuskuläre Funktion wird in 574 von 2054 Abteilungen (28%) während mindestens einer Phase einer Allgemeinanästhesie in mehr als 60% aller Narkosen angewendet. Aufgeteilt nach den möglichen Phasen während einer Narkose wird am häufigsten intraoperativ und vor der Extubation, seltener zur Intubation oder postoperativ gemessen (Abbildung 27).

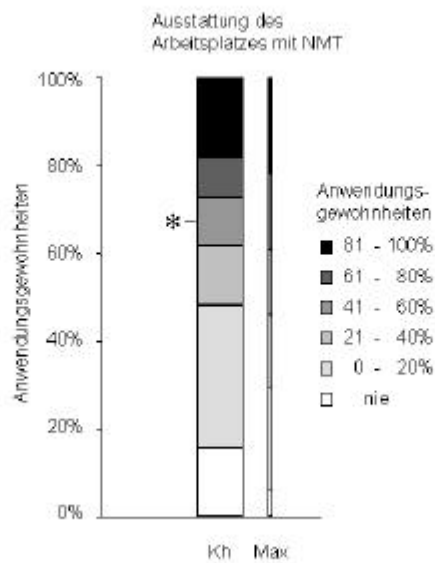


Abbildung 25: Ausstattung des Arbeitsplatzes mit neuromuskulärem Monitoring in Krankenhäuser und Maximalversorger. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt bei der Ausstattung des Arbeitsplatzes und der Unterteilung in Krankenhäuser und Maximalversorger eine Signifikanz. Post-hoc zeigt sich, dass Krankenhäuser weniger Ausstattung am Arbeitsplatz angeben als Maximalversorger (61-80%) (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Kh“:1049; „Max“:102 )

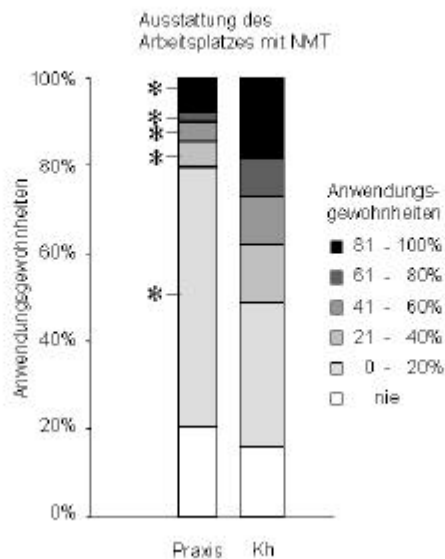


Abbildung 26: Ausstattung des Arbeitsplatzes mit neuromuskulärem Monitoring in Praxen und Krankenhäusern. Die Fragebögen wurden nach Versorgung und Träger in die drei Gruppen: Praxen, Krankenhäuser und Maximalversorger unterteilt. Eine schrittweise logistische Regressionsanalyse zeigt bei der Ausstattung des Arbeitsplatzes und der Unterteilung in Praxen und Krankenhäuser eine Signifikanz. Post-hoc zeigt sich, dass Praxen weniger Ausstattung am Arbeitsplatz angeben als Krankenhäuser (21-100%) (\*  $P < 0,01$ ). Die Breite der Säulen repräsentiert die Anzahl der Fragebögen, die den Praxen und Krankenhäusern zugeordnet werden konnten. („Praxis“:903; „Kh“:1049)

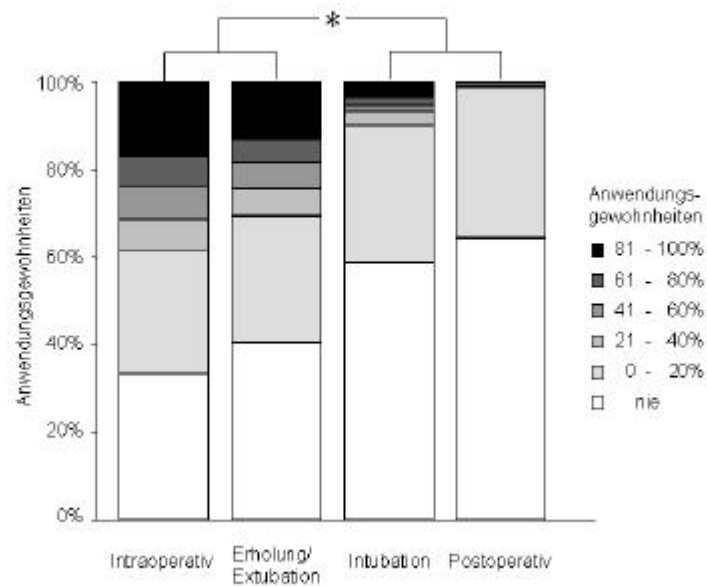


Abbildung 27: Verwendung des neuromuskulären Monitorings. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für die Verwendung des neuromuskulären Monitorings bei Patienten gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten des neuromuskulären Monitorings unterscheiden sich signifikant. Post-hoc sind es zwei Gruppen, deren Anwendungsgewohnheiten sich unterscheiden (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen mit abnehmender Häufigkeit: "Intraoperativ" ist der am häufigsten angewandte Zeitpunkt des Neuromuskulären Monitorings (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten genannt), gefolgt von dem Zeitpunkt "Erholung/Extubation" mit der zweithäufigsten Anwendung, dem Zeitpunkt "Intubation" mit der dritthäufigsten Anwendung und dem Zeitpunkt "Postoperativ" mit der vierthäufigsten Anwendung.

Die beiden Akzelerometer TOF-Guard<sup>®</sup> und TOF-Watch<sup>®</sup> wurden signifikant häufiger eingesetzt als der sog. „einfache Nervenstimulator“, die Elektromyographie (z.B. Datex Relaxograph<sup>®</sup>) und das Datex AS3 NMT-Modul<sup>®</sup> (Abbildung 28).

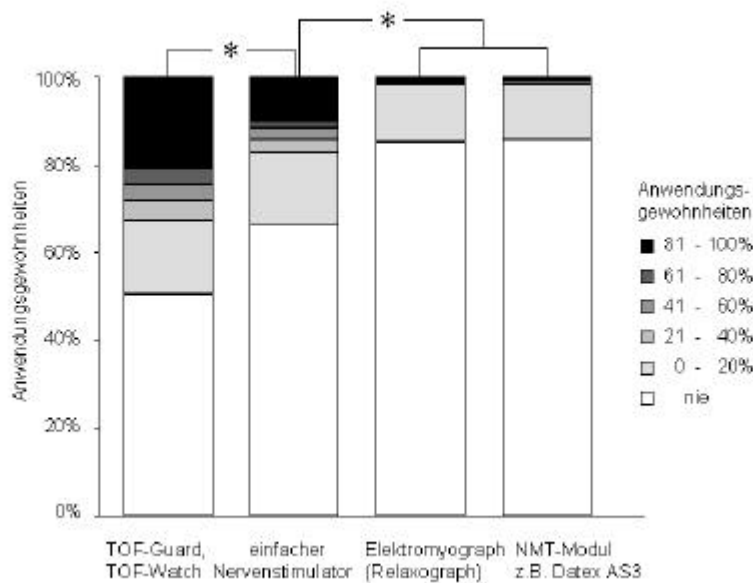


Abbildung 28: Methode des neuromuskulären Monitorings. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für Monitoring-Methoden bei Patienten gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Methoden unterscheiden sich signifikant. Auch post-hoc ergeben sich die gekennzeichneten signifikante Unterschieden (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Methoden mit abnehmender Häufigkeit. "TOF-Guard, TOF-Watch" sind die am häufigsten angewendeten Methoden (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten genannt), gefolgt von "Einfacher Nervenstimulator", "Elektromyograph(Relaxograph)" und "NMT-Modul (z.B. Datex AS3)".

In 20% aller Anästhesieabteilungen wird nie nachrelaxiert. 25,7% der antwortenden Einrichtungen applizieren in 0-20% aller primär relaxierten Patienten mindestens ein weiteres Mal ein Muskelrelaxans, 16,7% bei 21-40% der Narkosen, 18,0% bei 41-60%, 13,7% bei 61-80% und 6,0% bei 81-100%. Klinische Zeichen wurden mit Abstand als häufigstes Kriterium sowohl zur intraoperativen Nachrelaxierung (Abbildung 29) als auch zur Antagonisation eventueller Restblockaden (Abbildung 30) genannt.

Das neuromuskuläre Monitoring würde häufiger verwendet, wenn an jedem Arbeitsplatz ein Nervenstimulator verfügbar wäre, antworteten 455 (22,2%) Einrichtungen. 773 (37,6%) fanden, dass die Integration des Relaxometers den Monitor die Anwendung des neuromuskulären Monitorings begünstigen würde. Für nicht erforderlich hielten 680 (33,1%) das neuromuskuläre Monitoring

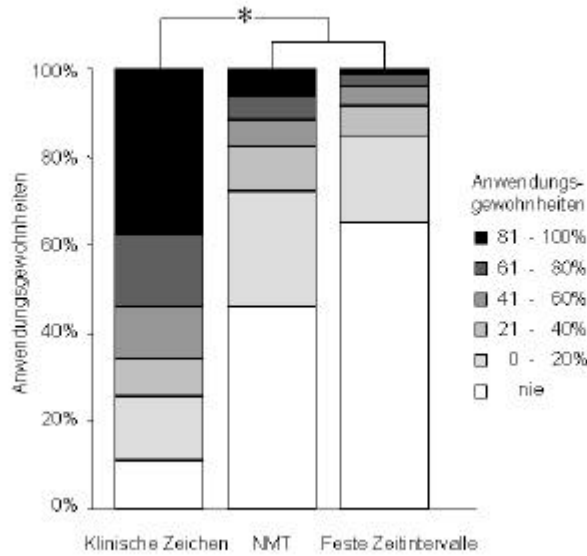


Abbildung 29: Kriterien für die Nachrelaxierung. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) als Nachrelaxierungskriterien gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Kriterien unterscheiden sich signifikant. Post-hoc sind es zwei Kriterien, deren Anwendungsgewohnheiten sich nicht unterscheiden, jedoch zu der dritten signifikante Unterschiede haben (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph mit abnehmender Häufigkeit: "Klinische Zeichen", "Neuromuskuläres Monitoring" (NMT) und "Feste Zeitintervalle".

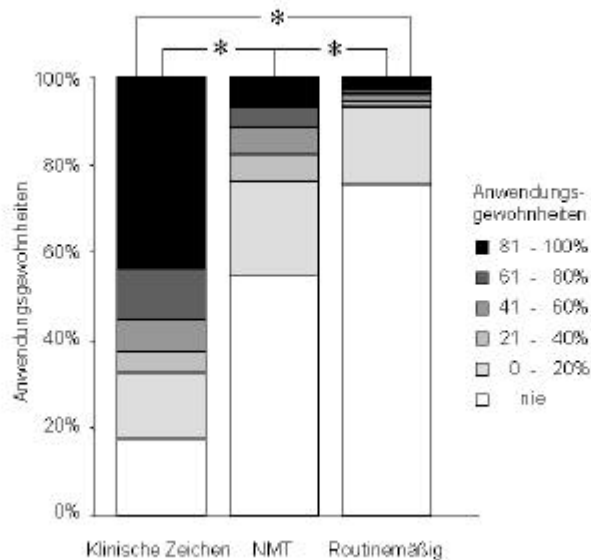


Abbildung 30: Indikationsstellung zur Antagonisierung der Muskelrelaxantien. Dargestellt ist wie häufig (%) die antwortenden Kliniken und Praxen die zur Auswahl gestellten Anwendungsgewohnheiten (nie; 0-20%; ... ; 81-100%) für die Indikationsstellung zur Antagonisierung der Muskelrelaxantien bei Patienten gemeldet haben. Die Verteilungen der Anwendungsgewohnheiten der Kriterien unterscheiden sich signifikant. Post-hoc sind es alle drei Kriterien, deren Anwendungsgewohnheiten sich signifikant unterscheiden (\*  $P < 0,01$ ). Von links nach rechts zeigt der Graph die Verteilungen mit abnehmender Häufigkeit: "Klinische Zeichen" sind das am häufigsten angewandte Kriterium (d.h., es wurden die Anwendungsgewohnheiten mit häufigem Einsatz am öftesten genannt), gefolgt vom Kriterium "Neuromuskuläres Monitoring" mit der zweithäufigsten Anwendung und dem Kriterium "Routinemäßig" mit der dritthäufigsten Anwendung.

## 4 Diskussion

Erstmals wird in der vorliegenden Arbeit ein Deutschland weiter Überblick über die Anwendung Anästhesie spezifischer Substanzen wie Muskelrelaxanzien gegeben. Aus den unterschiedlichen Anwendungshäufigkeiten und Anwendungsarten kann auf einen tatsächlichen Anwendungsstandard rückgeschlossen werden. Dieser entspricht unter der Voraussetzung, dass die Umfrage repräsentativ ist, der klinischen Realität, die dann mit den Daten kontrollierter Studien abgeglichen werden kann. Es war die erklärte Absicht, den Fragebogen so zu konzipieren, dass er mögliche Einflussfaktoren auf die Anwendungsgepflogenheiten der Muskelrelaxanzien und des neuromuskulären Monitorings mit erfassen sollte. Die große Anzahl von Korrelationen zwischen den berichteten Anwendungsgewohnheiten und den möglichen Kriterien bestätigt, dass dieses Ziel erreicht wurde.

### 4.1 Qualität der Erhebung

Der Rücklauf der Umfrage war mit 68,6% gut und liegt im Bereich ähnlicher Umfragen zu dieser (Morris 2001, S. 1095) aber auch anderer (Barclay 2002, S. 105-107; Donaldson 1999, S. 430-438; VanGeest 2001, S. 197-200) Thematiken, die bei Ärzten erhoben wurden. Insbesondere der hohe Rücklauf der ersten Rücksendung ist erfreulich und stärkt die Wertigkeit der erhobenen Daten. Wir haben insgesamt zweimal an die Rücksendung der Fragebögen erinnert. Mehr als drei Aussendungen hätten keine deutlich höhere Rücklaufquote erwarten lassen, sondern eher die Qualität der Erhebung vermindert. (Barclay 2002, S. 105-107) Die 60 doppelt zurück gesendeten Fragebögen belegen diese Gefahr. Eine hohe Rücklaufquote wird von einer interessanten Fragestellung oder einer allgemein anerkannten Problematik gefördert, sie ist aber auch an bequeme äußere Bedingungen geknüpft, wie wir sie hier mit einem frankierten Rückumschlag oder dem beigelegten Bleistift erreichten. Auf eine zusätzliche Bezahlung wurde bewusst verzichtet, obwohl auch dadurch eine noch höhere Rücklaufquote denkbar gewesen wäre (VanGeest 2001, S. 197-200). Eine telefonische Erinnerung gilt dagegen als wenig Erfolg versprechend (Donaldson 1999, S. 430-438).

Problematischer ist die niedrige Quote (17%) von Abteilungen, die ihre Angaben auf der Basis eigener erhobener Daten gemacht haben. 78,5% der antwortenden Kliniken gaben an, geschätzt zu haben. Die Ergebnisse können daher in einem erheblichen Maß subjektiv beeinflusst sein und mehr der eigenen Praxis des Ausfüllenden entsprechen bzw. den Trend der letzten Tage und Wochen widerspiegeln und nicht den Durchschnitt zumindest eines Jahres. Denkbar ist auch, dass die Angaben vor allem der allgemeinen Lehrmeinung oder der Zielset-

zung des Abteilungsleiters gerecht werden wollen oder auch ihr widersprechen wollen. Schließlich belegt diese niedrige Quote an geeigneten Daten (im Jahr 2000) die dringende Notwendigkeit die Datendichte den Anästhesie-Abteilungen Deutschlands zu erhöhen. Höhere Aussagekraft hätte daher möglicherweise eine Stichprobe, die das tatsächliche Anästhesieregime aller Narkosen an ausgesuchten Tagen eines Jahres erhebt. Solche aufwendigen Untersuchungen sprengen jedoch die Möglichkeiten einzelner Kliniken und sind vermutlich den nationalen oder europäischen Fachverbänden vorbehalten (Clerque 1999, S. 1509-1520).

Die ersten drei Abschnitte haben detailliert die Struktur des Krankenhauses und die Größe der Abteilungen erfragt. Diese betriebswirtschaftlich ausgerichteten Blöcke haben zwar alle einen Einfluss auf die Anwendungsgewohnheiten der Muskelrelaxanzien und des neuromuskulären Monitorings, erwiesen sich jedoch weitgehend als redundant. Letztlich konnten diese Charakteristika für die spezifische Betrachtung der Anwendungsgewohnheiten der Muskelrelaxanzien auf eine griffige Aufteilung in „Praxis“, „Krankenhaus“ und „Maximalversorgungsklinik“ reduziert werden. Trotzdem sollte nach unserer Auffassung auch zukünftige Untersuchungen solche Informationen abfragen und der Auswertung zu Grunde legen, da nicht in jedem Fall eine solche Kondensation möglich sein muss.

Zur Quantifizierung der Anwendungsgewohnheiten haben wir 5 Häufigkeitsintervalle als Antwort angeboten: 0-20%, 21-40%, 41-60%, 61-80%, 81-100%. Diese Aufteilung hatte impliziert, dass Abteilungen, die eine bestimmte Substanz nie einsetzen, das erste Intervall „0-20%“ ankreuzen. In der Tat haben aber 92,3% der antwortenden Kliniken mindestens eine Antwort komplett frei gelassen. Daraus schlossen wir im nachhinein, dass die Ausfüllenden das Feld 0-20% anders als von uns vorgesehen interpretiert haben, nämlich im Sinne von „unter 20% jedoch häufiger als nie“. Folglich haben sie *kein* Feld markiert, wenn eine Substanz in ihrer Klinik *nie* eingesetzt wird und damit indirekt die Antwortmöglichkeiten um die Qualität „nie“ erweitert. Wir haben die Entscheidung dieser großen Mehrheit respektiert und bei der Auswertung nachvollzogen.

Die nachträgliche Einführung der Qualität „nie“ hat zwar einerseits zusätzliche Informationen erbracht, andererseits könnte sie zu Fehlern bei der Bewertung der Anwendungsgewohnheiten der besonderen Indikationen führen, wenn die signifikanten Unterschiede allein auf dem Feld „nie“ beruhen.

## 4.2 Ausstattung der Einrichtungen mit Muskelrelaxanzien

Mehr als die Hälfte der Abteilungen (57,3%) beschränken sich drei oder weniger Muskelrelaxanzien und mehr als drei Viertel (77,9%) auf vier Substanzen (Abbildung 3). Da nahezu alle Kliniken (89,9%) Succinylcholin in ihrem Repertoire haben, folgt daraus eine Beschränkung auf weniger als drei nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien. Nur 1,2% gaben jedoch an, dass bei der Auswahl der Substanzen eine Beschränkung durch die Apotheke eine Rolle spielt. Somit beschränken sich die Abteilungen durchaus bewusst und freiwillig. Ursachen für diese Beschränkungen wurden nicht erfragt. Vermutet werden könnten neben praktischen und didaktischen Aspekten, aber auch fehlende Differentialindikationen der Substanzen (Atracurium – Cisatracurium; Rocuronium – Vecuronium) oder fehlende Information und Weiterbildung über die mitunter geringen Unterschiede ihrer Wirkprofile.

Succinylcholin wird in nahezu 90% der deutschen Anästhesie-Abteilungen zumindest gelegentlich verwendet. Die Ausnahmestellung von Succinylcholin wird zusätzlich von dem großen Abstand zu den anderen Substanzen untermauert, die in weniger als der Hälfte der Kliniken verwendet werden. Die möglichen Ursachen dafür werden bei den Betrachtungen zur Blitz- und zur Routineintubation diskutiert. Erwähnenswert sind auch der zweite Rang des zuletzt eingeführten Mivacurium (48,2%), aber auch die noch immer hohe Verbreitung von Alcuronium (24,7%).

Die wenigen Kliniken (7,7%), die bei allen Substanzen ein Feld markiert haben, könnten alle acht Substanzen zumindest gelegentlich angewendet haben. Allerdings könnten sie auch weniger als acht Substanzen häufiger als nie verwendet haben (zumindest bei den fünf Kliniken der Autoren ist das der Fall). Das Histogramm über die Anzahl der verwendeten Muskelrelaxanzien (Abbildung 4) zeigt eine Verteilung, die sich einer Normalverteilung ideal anpasst, wenn man mit maximal sieben Muskelrelaxanzien rechnet. Es scheint unwahrscheinlich, dass sich bei Einschluss aller acht Muskelrelaxanzien keine Normalverteilung errechnen würde. Daher muss angenommen werden, dass bei höchstens einem Achtel der Abteilungen, die bei allen acht Substanzen ein Feld markiert haben, auch alle acht häufiger als „nie“ (>0%) verwendet werden, das entspräche weniger als 1%.

## 4.3 Wünsche an Muskelrelaxanzien

Im Abschnitt 7 haben wir Wünsche für den Einsatz von Muskelrelaxanzien abgefragt. Die am häufigsten gewünschte Eigenschaft war die kurze Anschlagzeit (59,7%) gefolgt von der raschen Erholung (54,5%). Solche Eigenschaften vereinen sich ausschließlich beim Succinyl-



cholin. Parallel dazu besteht weiterhin ein ausgeprägter Wunsch nach einem nichtdepolarisierenden Succinylcholin-Ersatz (74,9%). Erst danach folgen Eigenschaften, die das Fehlen unerwünschter Wirkungen beschreiben. Diese Gewichtung mag als Hinweis für das geringe Nebenwirkungspotential der modernen Muskelrelaxanzien oder die große Erfahrung, sie zu beherrschen, gewertet werden. Erst weit unten in der Rangliste gewünschter Eigenschaften folgen ökonomische Aspekte (28,3%), obwohl diese zunehmend vordergründig diskutiert werden (Suttner 2000, S. 300-303).

Die Reduktion der Wünsche an ein Muskelrelaxans auf vier kontext-gleiche Kriterien wurde nachträglich vorgenommen. Sie entspricht aber sowohl unserem ursprünglichen Gliederungskonzept, als auch der von Savarese vorgegebenen Liste an Forderungen an ein ideales Muskelrelaxans (Savarese 1975, S. 238-239). Wir erachten es trotz der Redundanz der Ergebnisse als sinnvoll, die vielen Aspekte von beispielsweise „fehlenden Nebenwirkungen“ (,keine Histaminfreisetzung‘, ,keine bronchio-pulmonalen Nebenwirkungen‘, ,keine Herz-Kreislauf-Reaktionen‘ und ,keine Faszikulationen‘) zur Auswahl angeboten zu haben, da Abteilungen, die nicht alle Muskelrelaxanzien vorhalten, auch nicht alle unerwünschten Wirkungen erleben. Für die Korrelationen mit den Anwendungsgewohnheiten bestimmter Indikationen war die Reduktion schon aus Gründen der Menge an Ergebnissen nötig.

#### **4.4 Muskelrelaxanzien zur Routineeinleitung**

Von allen verfügbaren Muskelrelaxanzien ist Succinylcholin am häufigsten Standardmedikament (81-100%) zur Routineeinleitung. Alle anderen Substanzen werden ihren Marktanteilen entsprechend weniger häufig eingesetzt. Im Vergleich zu einer Befragung von 100 Anästhesisten aus dem Jahre 1995 scheint der regelmäßig Gebrauch von Succinylcholin von 26% (Verwendung bei jedem Routineeingriff) (Osmer 1996, S. 392-394) gesunken zu sein. Nimmt man den Anteil der Einrichtungen hinzu, die in 61-80% der Narkosen mit Succinylcholin intubieren, so ergibt sich mit ca. 23% ein unverändertes Anwendungsverhalten. Ein nachhaltig spürbarer Effekt der emotionalisierten Diskussion Mitte der 90-iger Jahre über den Stellenwert dieser Substanz (Buzello 1994, S. 70-71; DGAI 1995, S.; Rosenberg 1992, S. 1054; Schulte-Sasse 1993, S. 230-231) kann also nicht einmal bei Routineeingriffen nachgewiesen werden.

Wir suchten nach Gründen für die Verwendung von Succinylcholin auch zur Einleitung von Patienten ohne Aspirationsrisiko, konnten jedoch weder den Wunsch nach einer kurzen An-

schlagszeit noch die schnelle Erholung von der neuromuskulären Blockade als entscheidenden Faktor identifizieren. Ungebrochen ist jedoch der Wunsch aller Befragten nach einer nichtdepolarisierenden Alternative zu Succinylcholin mit durchschnittlich 76% bei Anwender und Nichtanwendern. Dabei haben die Nichtanwender ein noch höheres Interesse an einer Ersatzsubstanz, was sich natürlich auch in ihrer Einsatzvermeidung manifestiert. Auch haben Einrichtungen, die Pancuronium selten anwenden, ein größeres Interesse an einem Ersatzpräparat für Succinylcholin. Eine Interpretation dieser Tatsache ist nur spekulativ möglich und wird daher unterbleiben. Ein Ersatz mit gleichem pharmakokinetischen und – dynamischen Profil ist trotz neuere Entwicklungen wie Mivacurium und Rapacuronium nicht in Sicht (Cook 2000, S. S26-28; Goulden 1999, S. 489-492; Savarese 1998, S. 119-121; Sparr 1999, S. 539). So könnte dieses deutliche deutsche Votum eine internationale Meinungsbildung veranlassen, um die Pharmaindustrie überzeugen zu können, dass weiter nach einem Ersatz für das Succinylcholin gesucht werden muss.

Die nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien Atracurium, Vecuronium und Mivacurium werden nach dem Succinylcholin zur Einleitung einer neuromuskulären Blockade am häufigsten verwendet, für die Nachrelaxierung sind diese Medikamente erste Wahl. Cisatracurium, Rocuronium und Pancuronium werden etwas seltener verwendet. Insgesamt sind die Unterschiede eher gering. Die Entscheidung für eine Substanz korreliert mit der Eigenschaft eines „idealen“ Muskelrelaxans, die von der jeweiligen Einrichtung in erster Linie gewünscht wird. Ist der Wunsch nach einer kurzen Anschlagszeit und einem nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans gegeben wurde meist Rocuronium sowohl als Einleitungsrelaxans als auch als Substanz zur Aufrechterhaltung der neuromuskulären Blockade verwandt. Analog veranlasst der Wunsch nach einer guten Steuerbarkeit den Anwender, Mivacurium (DGAI 1995, S.; Schulte-Sasse 1993, S. 232) zu verwenden bzw. Pancuronium zu vermeiden. Cisatracurium wird meistens eingesetzt, wenn das Fehlen von Nebenwirkungen führendes Kriterium bei der Auswahl eines Muskelrelaxans ist. Ökonomische Gesichtspunkte scheinen den Einsatz von Alcuronium zur Einleitung und den von Alcuronium und Pancuronium zur Aufrechterhaltung der neuromuskulären Blockade zu fördern. Ist dieser Aspekt nur von untergeordneter Bedeutung, so wird Cisatracurium häufiger verwendet. Kritisch hierzu sei zu bemerken, dass Verzögerung des Operationsbetrieb durch neuromuskuläre Restblockaden sicher deutlich negativer in der wirtschaftlichen Gesamtbetrachtung zu bewerten sind als die marginalen Einsparungen durch ein bestimmtes Muskelrelaxans. Schließlich müssen auch die Antibiotika-Kosten zur Behandlung postoperativer pulmonaler Infekte, die nach Pancuronium-induzierten neuro-

muskulären Restblockaden gehäuft auftreten (Berg 1997, S. 1098-1100), in die wirtschaftliche Gesamtbetrachtung mit einbezogen werden.

Die Anwendungsgewohnheiten für Muskelrelaxanzien unterschieden sich zwischen den Kliniken der Maximalversorgung und allen anderen Krankenhäusern lediglich bei den zuletzt eingeführten Substanzen Rocuronium und Cisatracurium. Da sich zwischen diesen Einrichtungen für die Routineeinleitung bei den billigsten Substanzen wie Succinylcholin, Pancuronium und Alcuronium keine Unterschiede errechneten, vermuten wir weniger ökonomische Gründe. Ob die Absatzbemühungen der Pharma-Konzerne in den Kliniken der Maximalversorgung intensiver waren oder die Aus- und Weiterbildung im Bereich der Muskelrelaxanzien sich zwischen diesen Klinikgruppen unterscheidet, kann nur vermutet werden.

Gänzlich unterschiedlich waren die Anwendungsgewohnheiten zwischen Anästhesiepraxen und Krankenhäusern. Dies könnte durch das Eingriffsspektrum und die meist kurzen Eingriffen in Praxen begründet sein. Tatsächlich wird in Praxen signifikant häufiger Mivacurium eingesetzt als in Krankenhäusern und signifikant seltener Pancuronium, Rocuronium, Cisatracurium und Atracurium. Obwohl freie Praxen den ökonomischen Zwängen deutlich direkter ausgesetzt sind als Krankenhäuser wird vergleichsweise häufiger Mivacurium als Succinylcholin verwendet. Unklar ist jedoch der relativ höhere Anteil des zwar billigen aber sehr lang wirkenden Alcuronium, eine Beobachtung, die dem übrigen Trend widerspricht.

Die Larynxmaske dagegen vermindert unabhängig von ihrer Indikation die Anwendung von Muskelrelaxanzien. Wie nicht anders zu erwarten, werden nur in 10,2% aller Kliniken mehr als 50% der Patienten mit Maskennarkose relaxiert. Dieses Vorgehen erachten wir auch sinnvoll, da eine Maskennarkose häufig mit Spontanatmungsverfahren oder einer assistierten Beatmung kombiniert wird, was beides gegen eine neuromuskuläre Blockade spricht. Es kann vermutet werden, dass die Einführung der Larynxmaske in den letzten Jahren den Anteil der Maskennarkosen erhöht und damit die Verwendung von Muskelrelaxanzien vermindert hat. Da uns jedoch keine vergleichbaren Zahlen aus früheren Jahren zur Verfügung stehen, muss diese Hypothese unbegründet bleiben.

## **4.5 Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation**

Obwohl mit Rocuronium ein nichtdepolarisierendes Muskelrelaxans mit kurzer Anschlagzeit zur Verfügung steht, verzichten nur 13,2% aller anästhesiologischen Einrichtungen Deutschlands auf Succinylcholin zur Blitzintubation. Allerdings zeigt dieses Ergebnis auch, dass mit Rocuronium eine Alternative zum Succinylcholin benutzt wird, wenn auch der Anteil der Ein-

richtungen mit regelmäßiger (nahezu ausschließlicher) Anwendung von Rocuronium zur Blitzintubation nur 2,6% beträgt. Die häufigere Anwendung von Rocuronium zur Blitzintubation in Krankenhäusern der Maximalversorgung könnte in einem Zusammenhang stehen mit der größeren Häufigkeit der entsprechender Krankheitsbilder (Ileus etc.) und der daraus resultierenden größeren Erfahrung mit dem Umgang von nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation.

Da für die Anwendung von Rocuronium, Vecuronium und Atracurium keine signifikanten Unterschiede in der Anwendungshäufigkeit nachgewiesen werden konnten, liegt die Vermutung nahe, dass die geringen Unterschiede in der Anschlagzeit dieser nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien für den Einsatz zur Blitzintubation nur von untergeordneter Bedeutung sind. Analysen der Marktanteile der in Deutschland zugelassenen Muskelrelaxanzien von 1999 zeigen aber, dass der Anteil verkaufter Einheiten von Vecuronium und Atracurium um ein 3-faches höher gegenüber Rocuronium lag.<sup>1</sup> Alle anderen nichtdepolarisierenden Substanzen wurden signifikant seltener zur Blitzintubation eingesetzt. Bemerkenswert ist allerdings der Einsatz langwirkender Muskelrelaxanzien zur Blitzintubation. Neben der vergleichsweise langen Anschlagzeit zeichnen sich diese Verbindungen durch eine kaum kalkulierbare Erholungsphase vor allem bei hoher Dosierung aus.

Im Vergleich zu Krankenhäusern unterschiedlicher Versorgungsgrade wurden in anästhesiologisch geführten Praxen signifikant seltener Succinylcholin, Rocuronium, Pancuronium und Cisatracurium zur Blitzintubation, dagegen häufiger Vecuronium, Mivacurium und Alcuronium verwendet. Insgesamt dürfte der Anteil durch Aspiration gefährdeter Erwachsener in Niederlassungen eher eine untergeordnete Rolle spielen..

Interessant ist die Korrelation zwischen dem Wunsch nach einem nichtdepolarisierenden „Succinylcholin-Ersatz“ und den Anwendungsgewohnheiten von Succinylcholin besonders für die Blitzintubation. Anästhesie-Abteilungen, die immer Succinylcholin verwenden, wünschen sich häufiger einen Succinylcholin-Ersatz, solche, die nie Succinylcholin verwenden, jedoch seltener. Die Ursachen für dieses geteilte Interesse wurden nicht erfragt. Möglicherweise übertrifft bei den Succinylcholin-Anwendern zwar der Wunsch nach den idealen pharmakodynamischen Eigenschaften für die Blitzintubation die Sorge um mögliche Nebenwirkungen. Andererseits ist den Succinylcholin-Anwendern das Risikopotential bedrohlicher Nebenwirkungen durchaus bewusst, weshalb sie dringender einen Ausweg wünschen als die

---

<sup>1</sup> Marktanalyse der Fa. GlaxoSmithKline

Nichtanwender. Die mitunter sehr emotional geführte Diskussion um die Nebenwirkungen des Succinylcholin könnte den Wunsch nach einem Ersatz intensiviert haben. Leider ist der grundlegende Ausweg aus diesem Dilemma, ein nichtdepolarisierender Succinylcholin-Ersatz, durch die Rücknahme von Rapacuronium und durch zur Zeit fehlende Bemühungen der Pharmaindustrie, eine solche Substanz zu entwickeln, in weite Ferne gerückt.

Ökonomische Aspekte beeinflussen in vielen Bereichen der Medizin ärztliches Vorgehen, sogar die Wahl des Muskelrelaxans zur Blitzintubation. Kliniken und Praxen, die ökonomische Aspekte als Auswahlkriterium ihrer Behandlung mit Muskelrelaxanzien angeben, relaxieren zur „Rapid Sequence Induction“ signifikant öfter mit Alcuronium. Sie vernachlässigen dabei, dass Alcuronium mit einer Anschlagzeit von über 3 min wenig zu einer glatten Intubation beitragen kann, die spätestens 60s nach der Injektion erfolgen soll, um das Aspirationsrisiko zu vermindern. Die Kosten verlängerter Liegezeiten nach schwerwiegenden Komplikationen wie einer Aspiration wurden in dem Zusammenhang noch nicht untersucht. Ebenso wenig wurde die Inzidenz von Aspirationen bei erhöhtem Aspirationsrisiko während einer Blitzintubation mit denen während einer Intubation mit Zwischenbeatmung verglichen. Es muss jedoch gefordert werden, solche Überlegungen angesichts geringfügiger Unterschiede in den Medikamentenkosten in ökonomische Betrachtungen mit einzubeziehen.

Keinen Einfluss auf die Wahl des Muskelrelaxans für die Blitzintubation konnten wir aus den Wünschen für bestimmte Eigenschaften der Muskelrelaxanzien ableiten. Es war weder der Wunsch nach schnellen Anschlagzeiten mit dem Einsatz von Succinylcholin korreliert, noch das Fehlen von unerwünschten Wirkungen (inklusive der Faszikulationen) mit dem Verzicht auf Succinylcholin. Das steht im Gegensatz zu den entsprechenden Ergebnissen für nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien zur Intubation des nicht durch Aspiration gefährdeten Patienten. Allerdings ist für die Blitzintubation der Einsatz von Succinylcholin von solchen Zusammenhängen unabhängig. Insgesamt schließen wir daraus, dass Succinylcholin bei gegebener Indikation ohne weitere Abwägung pharmakodynamischer Eigenschaften oder unerwünschter Wirkungen eingesetzt wird.

## 4.6 Einleitungstechniken

Sehr häufig werden die Priming- und die Timingtechnik als regelmäßiges Verfahren zur Routineeinleitung angewendet. Beide Techniken wurden ursprünglich eingeführt, um die Anschlagzeit nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien zu verkürzen. Die Mehrzahl der Befragten lehnen den Einsatz der Priming-(64%) und Timingtechnik (71%) für die Blitzintubation

ab, trotzdem erscheint der Anteil der Einrichtungen, die diese Techniken in 80-100% zur Blitzintubation einsetzen mit 9,8% bzw. 5,4%, sehr hoch.

#### 4.6.1 Priming

Für die erstmals von Schwarz (Schwarz 1985, S. 388) beschriebene Priming-Technik konnte eine Verkürzung der Anschlagszeit von Vecuronium gezeigt werden. Foldes (Foldes 1984, S. 663) empfahl eine Priming-Dosis von 10 – 15% gefolgt von einer Intubationsdosis von 50 – 60% einer  $2 \times ED_{95}$  bei einem Priming-Intervall von 6 – 8 min. Das Ziel bestand nicht nur darin, die Anschlagszeit nichtdepolarisierender Muskelrelaxanzien zu verkürzen, sondern auch durch die Verringerung der Gesamtdosis Wirkungsdauer und Nebenwirkungen zu reduzieren (Ostergaard 1989, S. 358). Verschiedene Autoren zeigten oder widerlegten dies auch für Atracurium (Baumgarten 1988, S. 5-8), Cisatracurium (Hoffmann 1999, S. 130-133) und Mivacurium (Molbegott 1995, S. 782). Viele der publizierten, häufig widersprüchlichen und methodisch uneinheitlichen Untersuchungen kritisierte Jones (Jones 1989, S. 1-3) in einem Editorial des British Journal of Anaesthesia als sogenannte „me too“ Arbeiten. Der Zeitgewinn beträgt ungefähr 20s und könnte vielleicht bei einer Ileuseinleitung von Bedeutung sein. Obwohl mit Rocuronium ein Muskelrelaxans zur Verfügung steht, das bereits ohne Priming deutlichere Zeitvorteile ermöglicht, ist das Priming nicht verlassen worden. Das könnte auch daran liegen, dass sich drei Viertel (77,9%) der deutschen Anästhesie-Abteilungen auf höchstens drei nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien beschränken und deshalb mehr als zwei Drittel auf Rocuronium verzichten.

Nach Abwägen der Vor- und Nachteile kann für die Blitzintubation bei aspirationsgefährdeten Patienten das Priming nicht mehr empfohlen werden. Komplikationen durch partielle Relaxierung nach der Priming-Dosis wie Regurgitation, Aspiration, mangelnde Oxygenierung insbesondere bei geriatrischen und adipösen Patienten sind dokumentiert (Sakuma 1991, S. 483-484). Klinisch sind Verkürzung der Intubationszeiten und Verbesserung der Intubationsbedingungen, wenn überhaupt nachweisbar, nur von untergeordneter Bedeutung (Bissinger 1996, S. 516; Lin 1998, S. 78-80; Taboada 1986, S. 243-244). Das gilt noch viel mehr für die Einleitung einer Narkose des nicht durch Aspiration gefährdeten Patienten. Hier veranlassen uns die möglichen Nebenwirkungen und Risiken der Priming-Technik, wie Schluckstörungen und Aspiration (D'Honneur 1992, S. 1070-1071; Musich 1986, S. 519), die Priming-Technik nicht mehr zu empfehlen.

### 4.6.2 Timing

Eine weitere Variante, die Intubationszeit mit nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien zu verkürzen, stellt das sogenannte Timing dar. Dabei wird einem völlig wachen Patienten eine  $2 \times ED_{95}$  des Muskelrelaxans appliziert und erst unmittelbar danach oder gar erst mit dem Eintreten erster Zeichen einer Muskelparese ein Hypnotikum injiziert (Culling 1989, S. 425). In Studien zum Timing konnte mit Vecuronium, Atracurium und Rocuronium in einer 2 - 3-fachen  $ED_{95}$  gute bis sehr gute Intubationsbedingungen innerhalb von 60s nach Narkoseeinleitung ermittelt werden (Koh 1994, S. 692-693; Koyama 1992, S. 1585; Koyama 1992, S. 441-442; Nelson 1997, S. 317-319; Sieber 1998, S. 1137-1140; Silverman 1990, S. 244-246). Die Intubationsbedingungen nach 60s entsprachen bei diesen Untersuchungen denjenigen der Kontrollgruppe mit Succinylcholin. Dagegen fanden Koyama et al. (Koyama 1992, S. 1588-1589; Koyama 1992, S. 441-442) in zwei Studien, in denen Priming und Timing mit Vecuronium untersucht wurden, keine weitere Verbesserung der Intubationsbedingungen durch Timing.

Die Timing-Technik ist für den Patienten außerordentlich unangenehm und besonders bei Aspirationsgefahr auch gefährlich, da für sie die gleichen Nebenwirkungen (vermutlich in noch größerem Maße) vorliegen wie beim Priming (D'Honneur 1992, S. 1070-1071; Musich 1986, S. 518). Die Timing-Technik wurde als Alternative zum Succinylcholin bei Patienten mit Aspirationsgefahr vorgeschlagen. Zur Zeit liegen nur wenige Studien vor, die noch gravierenden Komplikation der Timing-Technik suchten (Sieber 1998, S. 1139). Insbesondere liegen derzeit keine Vergleiche zwischen Succinylcholin und der Timing-Technik zu den lebensbedrohlichen Nebenwirkungen vor. Da es nur schwer vorstellbar ist, dass solche Untersuchungen durchgeführt werden, wird es vermutlich bei einer subjektiven Einschätzung bleiben: Wir sehen für die Timing-Technik zur Blitzintubation keine Notwendigkeit.

Obwohl diese Technik ursprünglich nur für die Ileuseinleitung empfohlen wurde, hat sie sich offensichtlich auch bei Routineeinleitungen durchsetzen können (7,1%! ). Da es jedoch bei einer elektiven Einleitung keinen nachvollziehbaren Grund gibt, eine neuromuskuläre Blockade zu induzieren ohne die Möglichkeit eine suffizienten Ventilation überprüft zu haben, lehnen wir die Timing-Technik zur Routine-Intubation grundsätzlich ab.

### 4.6.3 Präkurarisierung

Der Anteil der Kliniken die vor der Blitzintubation regelmäßig (81-100%) präkurarisieren ist mit 45,6% relativ hoch. Obwohl die Faszikulationen durch Präkurarisierung mit einem nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans reduziert werden können, muss bedacht werden, dass durch

den antagonistischen Effekt die Intubationszeit verlängert wird (Pace 1990, S. 479). Nach Präkurarisation wird somit auch eine höhere Dosierung des Succinylcholins erforderlich (Freund 1972, S. 185-187). Damit steigt aber wieder die Inzidenz potentieller Nebenwirkungen. Trotz der relativ niedrigen Dosis muss bei empfindlichen Patienten mit einer partiellen neuromuskulären Blockade gerechnet werden, die selbst zu einer Aspirationsgefährdung oder einer Verlegung der oberen Luftwege führen kann (Aziz 1997, S. 646; Bruce 1984, S. 618; Engbaek 1985, S. 117-120; Musich 1986, S. 517-519; Rao 1980, S. 659; Sakuma 1991, S. 483-484). Aus diesen Gründen ist vor allem bei Patienten, die eine Blitzintubation zur schnellen Sicherung der Atemwege benötigen, die Präkurarisation nicht geeignet.

Der regelmäßige Einsatz der Präkurarisation in 21% aller Anästhesieabteilungen zur Routineeinleitung steht im Widerspruch zur regelmäßigen Verwendung von Succinylcholin in nur 14%, da die Präkurarisation per Definition nur zusammen mit Succinylcholin angewendet wird. Trotz der Erläuterung dieser Technik auf dem Fragebogen könnte jedoch eine Verwechslung mit der Priming-Technik das vorliegende Ergebnis erklären und die tatsächliche Quote niedriger sein. Da jedoch nur 17% der Angaben auf Datenerhebungen in jeweiligen Anästhesieabteilungen beruhen und 78,5% der Anwendungshäufigkeiten geschätzt wurden, kann auch die Verwendung von Succinylcholin für die Routineeinleitung falsch niedrig angegeben worden sein.

Letztlich ist jedoch der Nutzen der Präkurarisation fraglich. Durch die vorherige Gabe einer subparalytischen Dosis eines nichtdepolarisierenden Muskelrelaxans kann zwar die Inzidenz der Fazikulationen nach Succinylcholin-Gabe reduziert werden (Collins 2000, S. 429-432; Zaimis 1952, S. 617), verhindert aber nicht die bedrohlichen Komplikationen des Succinylcholins wie die intraokulären (Meyers 1978, S. 150) und intragastralen Druckanstiege (Miller 1971, S. 185-188) sowie die Hyperkaliämien (Gronert 1975, S. 90). Ob die Inzidenz oder Intensität postoperativer Myalgien durch Präkurarisation vermindert werden kann, wird unterschiedlich diskutiert, in der Mehrzahl der Arbeit jedoch verneint (Collins 2000, S. 427-429).

## **4.7 Neuromuskuläres Monitoring**

Diese landesweite Umfrage zeigte, dass noch immer ein großer Teil (61,3%) der Anästhesieeinrichtungen in Deutschland weniger als ein Fünftel der Arbeitsplätze mit einem neuromuskulären Monitoring ausgestattet hat. So verwundert es auch nicht, lediglich in 28% der rückläufigen Fragebogen (574 von 2054) eine häufige Anwendung (d.h. in 61 - 80% bzw. in 81 - 100%) des neuromuskulären Monitorings während mindestens einer Phase einer Allge-



meinanästhesie mit Muskelrelaxanzen angegeben wurde. Verglichen mit dem 1996 veröffentlichten Ergebnis einer Stichprobe von Osmer und Mitarbeiter, in der 12% der Befragten angaben, intraoperativ regelmäßig die Muskelblockade mittels neuromuskulären Monitorings zu überwachen, ist somit keine wesentliche Steigerung der Akzeptanz festzustellen (Osmer 1996, S. 395).

Die vorliegende Untersuchung gibt zum ersten Mal Aufschluss darüber, wozu das neuromuskuläre Monitoring tatsächlich eingesetzt wird. Seine sporadische Anwendung während der Anästhesieeinleitung (8%), um den Wirkungseintritt der Muskelrelaxanzen zu erfassen, dürfte aber im wesentlichen in der widersprüchlichen Datenlage zu diesem Thema begründet sein. So konnte auch die Auswahl bestimmter Muskel keine entscheidenden Vorteile für die Bestimmung des idealen Zeitpunktes der Intubation gegenüber der Stoppuhr erbringen (Donati 1990, S. 870-872; Koscielniak-Nielsen 1996, S. 134-136; LeCorre 1999, S. 1307; Plaud 2001, S. 98; Plaud 1997, S. 712-713).

Intraoperativ ist hauptsächlich in der Abdominalchirurgie eine ausgeprägte Muskelrelaxierung erforderlich; dies gilt vor allem für Eingriffe im Oberbauch und für laparoskopische Eingriffe. Hierzu werden gewöhnlich repetitive Boli nichtdepolarisierender Muskelrelaxanzen eingesetzt. Klinische Zeichen, beurteilt durch den Anästhesisten oder den Operateur, scheinen in diesem Zusammenhang immer noch das wichtigste Kriterium zur Nachrelaxierung zu sein. Dieses Vorgehen erlaubt jedoch keine vorausschauende, der operativen Situation angepasste Steuerung der neuromuskulären Blockade; vielmehr kann lediglich auf Zeichen insuffizienter Muskelrelaxierung wie z.B. Pressen reagiert werden (Martin 1996, S. 587-588).

Die unvollständige neuromuskuläre Erholung ist ein wesentlicher Faktor anästhesiebedingter Morbidität und Mortalität. Diese Erkenntnis resultiert aus einer Vielzahl internationaler Studien und Beobachtungen (Berg 1997, S. 1095; Bevan 1992, S. 798; Cooper 1989, S. 955; Holland 1987, S. 836-837; Lunn 1988, S. 1094-1096; Tired 1986, S. 344). Neuromuskuläres Monitoring sollte daher in der Lage sein, Restblockaden zuverlässig zu erkennen, so dass diese Patienten je nach Situation entweder antagonisiert werden oder aber bis zur ausreichenden neuromuskulären Erholung kontrolliert nachbeatmet werden. Lediglich in 18% der rückläufigen Fragebogen wurde jedoch die regelmäßige Anwendung des neuromuskulären Monitoring zur Beurteilung der neuromuskulären Erholung angegeben und, über 75% gaben an, nie zu antagonisieren. Die überwiegende Zahl der Anästhesieabteilungen bzw. Anästhesiepraxen wird demnach weder monitiert noch antagonisiert, vielmehr scheint man sich beim Vermei-

den von neuromuskulären Restblockaden ganz auf klinische Zeichen und den „Faktor Zeit“ zu verlassen.

In diesem Zusammenhang untersuchten Dilly und Mitarbeiter den Stellenwert des „Faktors Zeit“ an insgesamt 526 Patienten, die jeweils eine einzige Intubationsdosis ( $2 \times ED_{95}$ ) eines mittellangwirksamen Muskelrelaxans bekamen und nicht antagonisiert wurden. Selbst 120min nach einer einzigen Intubationsdosis eines mittellangwirksamen Muskelrelaxans hatten 10% der betroffenen Patienten eine TOFR  $< 0,7$  und lediglich 36% eine TOFR von  $0,9$  - dem Grenzwert, ab dem von einer ausreichenden neuromuskulären Erholung gesprochen werden kann (Dilly 1999, S. A30). Der „Faktor Zeit“ scheint also ganz eindeutig ein ungenügendes Kriterium zum Ausschluss von relevanten Restblockaden zu sein. Erstaunlich ist in diesem Zusammenhang, dass laut unserer Umfrage Anwender der extrem lange wirkenden Substanz Alcuronium besonders häufig auf ein neuromuskuläres Monitoring verzichten.

Klinische Zeichen wie z.B. das Kopfanheben für 5s liefern wichtige Informationen, die in die Entscheidung, einen Patienten zu extubieren, mit einfließen sollten. Da sie aber durch Narkoseüberhang oder auch durch Schmerzen im Operationsgebiet nachhaltig beeinflusst werden, sind sie weniger geeignet, das Ausmaß der neuromuskulären Erholung zu beurteilen. Durch die richtige Anwendung des neuromuskulären Monitorings kann jedoch eine Gefährdung der Patienten durch unerkannte Restblockaden zuverlässig ausgeschlossen werden .

Vor dem Hintergrund einer nach wie vor unbefriedigenden Anwendung des neuromuskuläres Monitoring, und dies insbesondere zur Beurteilung der neuromuskulären Erholung, stellt sich die Frage, wie die Anwendungshäufigkeit des neuromuskuläres Monitoring im klinischen Alltag verbessert werden kann. In 22% der rückläufigen Fragebogen wurde angegeben, dass die fehlende Verfügbarkeit eines Nervenstimulators unmittelbar am Arbeitsplatz ein wesentlicher Hindernisgrund für die regelmäßige Verwendung des neuromuskulären Monitorings darstellt. Entsprechend sollte an jedem Anästhesiearbeitsplatz ein Nervenstimulator verfügbar sein. Ein Blick über die Landesgrenzen zeigt mögliche Auswege aus dieser Situation. Sowohl in der Niederlande als auch in Frankreich wurde von den Berufsverbänden 1999 festgelegt, dass an jedem Anästhesiearbeitsplatz ein Nervenstimulator zur Überwachung der neuromuskulären Blockade vorhanden sein soll (Wilhelm 2000, S. 7-8). Auf über 37% der rückläufigen Fragebogen wurde die feste Integration des neuromuskulären Monitorings in den Anästhesiemonitor als ein wesentlicher Faktor für eine häufigere Anwendung angesehen. Die einzige kommerziell verfügbare integrierte Lösung (Datex AS3 NMT-Modul<sup>®</sup>) ist jedoch teuer und lediglich auf Datex-Anwender begrenzt.

Auf 33,1% der Fragebogen wurde auf die Frage nach Faktoren, die Anwendungshäufigkeit des neuromuskulären Monitorings zu steigern, aber auch angegeben, dass neuromuskuläres Monitoring schlicht und ergreifend nicht erforderlich sei. Diese in ihrer Deutlichkeit durchaus überraschende Aussage zeigt jedoch nachdrücklich auf, dass in diesem Bereich noch ein erheblicher Bedarf an qualifizierter Weiterbildung besteht.

## 5 Schlussfolgerung

Die Umfrage zur Anwendung von Muskelrelaxanzien in Deutschland erbrachte erstmals einen Überblick über die Anwendung Anästhesie spezifischer Substanzen in Deutschland. Aus den unterschiedlichen Anwendungshäufigkeiten und Anwendungsarten kann auf einen gewissen Anwendungsstandard im Jahr 2000 geschlossen werden. Veränderungen des Anwendungsstandards erfordern jedoch weitere Verlaufsbeobachtungen, die angesichts der notwendigen und teilweise bereits beschlossenen Veränderungen in der Gesundheitspolitik interessant sein werden. Die Methoden zur statistischen Auswertung und Bewertung der Umfrage und die Ergebnisse können als Grundlage weitere Umfragen genutzt werden.

Ein deutlich bevorzugtes Muskelrelaxans lässt sich für die Routinenarkose nicht erkennen. Succinylcholin wird trotz der bekannten Nebenwirkungen und der Diskussionen der vergangenen Jahre am häufigsten zur Blitzintubation verwendet. Die jeweiligen hervorstechenden pharmakologischen Besonderheiten der nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien beeinflussen ihre Anwendungshäufigkeiten. Präkurarisierung, Priming und Timing werden auch bei Patienten ohne Aspirationsgefahr sehr häufig verwendet. Durch Aus- und Weiterbildung sollte das vermindert werden.

Das neuromuskuläre Monitoring wird insgesamt zu selten eingesetzt. Insbesondere die spärliche Anwendung dieser Überwachungsmethode zur Beurteilung der neuromuskulären Erholung gilt es im Interesse der Patienten zu verbessern. Hierzu bedarf es einer Verbesserung der Arbeitsplatzverfügbarkeit des neuromuskuläres Monitoring, einer Integration der Nervenstimulatoren in Anästhesiemonitore, sowie einer qualifizierten Schulung der Mitarbeiter.

## 6 Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es Aufschluss über den Einsatz und die Art der Anwendung von Muskelrelaxanzien und das neuromuskulären Monitoring zu geben. Besonders betrachtet wurde der Einsatz von Muskelrelaxanzien zur Narkoseeinleitung bei Patienten ohne und mit Aspirationsgefahr.

2996 Fragebögen wurden an die Leiter deutscher Anästhesieabteilungen und freier Anästhesiepraxen versendet. Es wurde nach den Häufigkeiten der verwendeten Muskelrelaxanzien, nach deren Anwendungsweise und nach dem neuromuskulären Monitoring gefragt. Einflüsse auf diese Anwendungsgewohnheiten könnten aus Wünschen nach bestimmten Eigenschaften der Muskelrelaxanzien, nach Wünschen für veränderte Monitoring-Bedingungen und aus der Größe der Einrichtungen abgeleitet werden. Wir korrelierten solche Eigenschaften mit den Anwendungsgewohnheiten mit logistischen Regressionsanalysen.

Von 2996 Fragebögen konnten 2054 (68,6%) ausgewertet werden; darunter 102 Kliniken (5%) mit Maximalversorgungsauftrag und 903 niedergelassene Anästhesisten (44,0%). 350 (17%) Abteilungen antworteten auf der Basis erhobener Daten, 1613 (78,5%) auf der Basis einer Schätzung. Mehr als die Hälfte aller deutschen Anästhesie-Einrichtungen beschränken sich auf drei Muskelrelaxanzien. Larynxmasken reduzieren den Verbrauch von Muskelrelaxanzien. 76,6% wünschen sich einen nichtdepolarisierenden „Succinylcholin-Ersatz“.

Zur Induktion einer neuromuskulären Blockade bei Patienten ohne Aspirationsgefahr wird Succinylcholin am häufigsten (13,6% aller Abteilungen) regelmäßig verwendet, gefolgt von der Dreiergruppe, Atracurium, Vecuronium und Mivacurium, einer weiteren Dreiergruppe, Cisatracurium, Rocuronium und Pancuronium, und schließlich Alcuronium. Die Priming-Technik wird in 19% der Befragten regelmäßig verwendet, eine Präkurarisierung in 22% und die Timing-Technik in 7,1% der elektiven Narkoseeinleitungen. Der Wunsch nach bestimmten Eigenschaften von Muskelrelaxanzien korrelierte mit häufigerer Verwendung der entsprechenden Substanzen zur Routineeinleitung: kurze Anschlagszeiten mit Rocuronium, gute Steuerbarkeit mit Mivacurium, fehlende Nebenwirkungen mit Cisatracurium sowie ökonomische Aspekte mit Alcuronium. Praxen verwenden häufiger Mivacurium als Krankenhäuser, Kliniken der Maximalversorgung häufiger Rocuronium und Cisatracurium.

In 86,8% aller befragten anästhesiologischen Einrichtungen wird Succinylcholin zur Blitzzubation eingesetzt. Durchschnittlich 56,5% aller Befragten gaben an, fast ausschließlich Suc-

cynylcholin zur Blitzintubation anzuwenden. Von allen nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien wird Rocuronium noch am häufigsten als Alternative eingesetzt. Zur Blitzintubation präkurarisieren 12,9% nie, aber 45,6% regelmäßig. Das Priming wird von 64,4% der Befragten nie angewendet, gegenüber 9,8%, die diese Technik regelmäßig einsetzen. Die entsprechenden Angaben für das Timing liegen bei 71,1% bzw. 5,4%.

574 von 2054 Abteilungen (28%) gaben an, ein neuromuskuläres Monitoring regelmäßig zu verwenden. Neuromuskuläres Monitoring wird signifikant häufiger regelmäßig zur intraoperativen Überwachung der neuromuskulären Blockade (25%) sowie zur Beurteilung der neuromuskulären Erholung (18%) angewendet als zum Festlegen des Intubationszeitpunktes (8%) bzw. postoperativ im Aufwachraum. Klinische Zeichen sind das mit Abstand häufigste Zeichen sowohl zur intraoperativen Nachrelaxierung als auch zur Indikationsstellung zur Antagonisation. Die Akzelerometer TOF-Guard® und TOF-Watch® werden signifikant häufiger eingesetzt als die sog. „einfachen Nervenstimulatoren“ (25% vs. 10%;  $p < 0,01$ ). In Kliniken der Maximalversorgung waren häufiger neuromuskuläres Monitoring vorhanden als in anderen Krankenhäusern als in Anästhesie-Praxen ( $p < 0,01$ ).

**Schlussfolgerung:** Die Umfrage zur Anwendung von Muskelrelaxanzien in Deutschland erbrachte erstmals einen Überblick über die Anwendung Anästhesie spezifischer Substanzen in Deutschland. Aus den unterschiedlichen Anwendungshäufigkeiten und Anwendungsarten kann auf einen gewissen Anwendungsstandard im Jahr 2000 geschlossen werden. Veränderungen des Anwendungsstandards erfordern jedoch weitere Verlaufsbeobachtungen. Die Methoden zur statistischen Auswertung und Bewertung der Umfrage sowie die Ergebnisse können als Grundlage weiterer Umfragen genutzt werden. Für die neuromuskuläre Blockade von Patienten ohne Aspirationsgefahr lässt diese Erhebung keine eindeutige Präferenz für ein Muskelrelaxans erkennen. Dagegen wird für die Blitzintubation eindeutig Succinylcholin bevorzugt. Präkurarisierung, Priming und Timing werden bei Patienten mit und ohne Aspirationsgefahr sehr häufig verwendet. Durch Aus- und Weiterbildung sollte das vermindert werden. Neuromuskuläres Monitoring wird nach wie vor nur unregelmäßig eingesetzt. Insbesondere die seltene Verwendung zur Beurteilung der neuromuskulären Erholung gilt es im Interesse der Patienten zu verbessern.

## 7 Literaturverzeichnis

1. **Andrews, J.I., Kumar, N., van den Brom, R.H., Olkkola, K.T., Roest, G.J., Wright, P.M.:** A large simple randomized trial of rocuronium versus succinylcholine in rapid-sequence induction of anaesthesia along with propofol. *Acta Anaesthesiol Scand* 43 (1999): 4-8
2. **Aziz, L., Jahangir, S.M., Choudhury, S.N., Rahman, K., Ohta, Y., Hirakawa, M.:** The effect of priming with vecuronium and rocuronium on young and elderly patients. *Anesth Analg* 85 (1997): 663-666
3. **Barclay, S., Todd, C., Finlay, I., Grande, G., Wyatt, P.:** Not another questionnaire! Maximizing the response rate, predicting non-response and assessing non-response bias in postal questionnaire studies of GPs. *Fam Pract* 19 (2002): 105-111
4. **Baumgarten, R.K., Carter, C.E., Reynolds, W.J., Brown, J.L., De Vera, H.V.:** Priming with nondepolarizing relaxants for rapid tracheal intubation: a double-blind evaluation. *Can J Anaesth* 35 (1988): 5-11
5. **Berg, H., Roed, J., Viby-Mogensen, J., Mortensen, C.R., Engbaek, J., Skovgaard, L.T., Krintel, J.J.:** Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 41 (1997): 1095-1103
6. **Bevan, D., Donati, F., Kopman, A.F.:** Reversal of neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 77 (1992): 785-805
7. **Bissinger, U., Rex, C., Lenz, G.:** [Intubation conditions following administration of atracurium and vecuronium. Bolus method versus priming technique]. *Anaesthesist* 45 (1996): 512-517
8. **Brain, A.I.:** The laryngeal mask--a new concept in airway management. *Br J Anaesth* 55 (1983): 801-805
9. **Bruce, D.L., Downs, J.B., Kulkarni, P.S., Capan, L.M.:** Precurarization inhibits maximal ventilatory effort. *Anesthesiology* 61 (1984): 618-621
10. **Buzello, W., Diefenbach, C., Abel, M.:** Succinylcholin: Quo vadis? *AINS* 29 (1994): 70-71
11. **Christie, T., Churchill-Davidson, H.:** The St. Thomas's Hospital nerve stimulator in the diagnosis of prolonged apnoea. *Lancet* 1 (1958): 776
12. **Clerque, F., Auroy, Y., Pequignot, F., Jouglu, E., Lienhart, A., Laxenaire, M.C.:** French survey of anesthesia in 1996. *Anesthesiology* 91 (1999): 1509-1520
13. **Collins, L., Prentice, J., Vaghadia, H.:** Tracheal intubation of outpatients with and without muscle relaxants. *Can J Anaesth* 47 (2000): 427-432
14. **Cook, D.R.:** Can succinylcholine be abandoned? *Anesth Analg* 90 (2000): S24-28
15. **Cooper, A., Leigh, J., Tring, I.:** Admission to the intensive care unit after complications of anaesthetic techniques over 10 years. *Anaesthesia* 44 (1989): 953-958
16. **Culling, R.D., Middaugh, R.E., Menk, E.J.:** Rapid tracheal intubation with vecuronium: the timing principle. *J Clin Anesth* 1 (1989): 422-425
17. **DGAI:** Stellungnahme der DGAI zum Einsatz von Succinylcholin. *Anästh Intensivmed* 31 (1995):
18. **D'Honneur, G., Gall, O., Gerard, A., Rimaniol, J.M., Lambert, Y., Duvaldestin, P.:** Priming doses of atracurium and vecuronium depress swallowing in humans. *Anesthesiology* 77 (1992): 1070-1073
19. **Dilly, M., Plaud, B., Thery, V., Debaene, B.:** Incidence of residual neuromuscular block in the PACU after a single intubating dose of intermediate duration muscle relaxant. *Br J Anaesth* 82 (Supp 1) (1999): A30

20. **Donaldson, G.W., Moinpour, C.M., Bush, N.E., Chapko, M., Jocom, J., Siadak, M., Nielsen-Stoeck, M., Bradshaw, J.M., Bichindaritz, I., Sullivan, K.M.:** Physician participation in research surveys. A randomized study of inducements to return mailed research questionnaires. *Eval Health Prof* 22 (1999): 427-441
21. **Donati, F., Meistelman, C., Plaud, B.:** Vecuronium Neuromuscular Blockade at the Diaphragm, the Orbicularis Oculi, and Adductor Pollicis Muscles. *Anesthesiology* 73 (1990): 870-875
22. **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
23. **Foldes, F.:** Rapid tracheal intubation with non-depolarizing neuromuscular blocking drugs: the priming principle. *Br J Anaesth* 56 (1984): 663
24. **Freund, F.G., Rubin, A.P.:** The need for additional succinylcholine after d-tubocurarine. *Anesthesiology* 36 (1972): 185-187
25. **Goudsouzian, N.G.:** Rapacuronium and bronchospasm. *Anesthesiology* 94 (2001): 727-728
26. **Goulden, M.R., Hunter, J.M.:** Rapacuronium (Org 9487): do we have a replacement for succinylcholine? *Br J Anaesth* 82 (1999): 489-492
27. **Gronert, G.A., Theye, R.A.:** Pathophysiology of hyperkalemia induced by succinylcholine. *Anesthesiology* 43 (1975): 89-99
28. **Hoffmann, W., Schwarz, U., Ruoff, M., Georgieff, M., Geldner, G.:** Auswirkung der Priming-Technik auf die Anschlagszeit von Cisatracurium. *Anaesthesiol Reanim* 24 (1999): 130-133
29. **Holland, R.:** Anaesthesia mortality in New South Wales. *Br J Anaesth* 59 (1987): 834-841
30. **Hughes, R., Chapple, D.J.:** The pharmacology of atracurium: a new competitive neuromuscular blocking agent. *Br J Anaesth* 53 (1981): 31-44
31. **Inada, Y., Ikeda, K., Mori, K., Morio, M., Oyama, T., Iwatsuki, N., Shimizu, R., Fujita, T., Suzuki, H., Miyake, T., et al.:** Clinical evaluation of sevoflurane - a multi-center clinical trial. *Masui* 36 (1987): 866-874
32. **Jones, R.M.:** The priming principle: how does it work and should we be using it? *Br J Anaesth* 63 (1989): 1-3
33. **Jones, R.M., Cashman, J.N., Mant, T.G.:** Clinical impressions and cardiorespiratory effects of a new fluorinated inhalation anaesthetic, desflurane (I-653), in volunteers. *Br J Anaesth* 64 (1990): 11-15
34. **Koh, K.F., Chen, F.G.:** Rapid tracheal intubation with atracurium: the timing principle. *Can J Anaesth* 41 (1994): 688-693
35. **Konstadt, S.N., Reich, D.L., Stanley, T.E., 3rd, DePerio, M., Chuey, C., Schwartzbach, C., Abou Donia, M.:** A two-center comparison of the cardiovascular effects of cisatracurium (Nimbex) and vecuronium in patients with coronary artery disease. *Anesth Analg* 81 (1995): 1010-1014
36. **Koscielniak-Nielsen, Z., Horn, A., Sztuk, F., Eriksen, K., Skovgaard, L., Viby-Mogensen, J.:** Timing of tracheal intubation: monitoring the orbicularis oculi, the adductor pollicis or use a stopwatch. *Eur J Anaesthesiol* 13 (1996): 130-136
37. **Koyama, K., Ishizuka, I., Miyao, H., Kawasaki, J., Kawazoe, T.:** [Evaluation of the timing principle with small priming doses of vecuronium]. *Masui* 41 (1992): 1585-1589
38. **Koyama, K., Katayama, A., Okamoto, Y., Miyao, H., Kawasaki, J., Kawazoe, T.:** [Evaluation of the timing principle with vecuronium]. *Masui* 41 (1992): 441-445
39. **Kron, S.S.:** Severe bronchospasm and desaturation in a child associated with rapacuronium. *Anesthesiology* 94 (2001): 923-924



40. **LeCorre, F., Plaud, B., Benhamou, E., Debaene, B.:** Visual estimation of onset time at the orbicularis oculi after five muscle relaxants: application to clinical monitoring of tracheal intubation. *Anesth Analg* 89 (1999): 1305-1310
41. **Lin, S.M., Chu, Y.C., Lur, J.Y., Lin, S.H., Hsiao, H.T., Lee, T.Y., Tsai, S.K.:** The neuromuscular effects of mivacurium in adults with priming technique during nitrous oxide-fentanyl anesthesia: a randomized comparative study with succinylcholine. *Acta Anaesthesiol Sin* 36 (1998): 75-80
42. **Lunn, J., Hunter, A., Scott, D.:** Anaesthesia-related surgical mortality. *Anaesthesia* 38 (1988): 1090-1096
43. **Magorian, T., Flannery, K.B., Miller, R.D.:** Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia in adult patients. *Anesthesiology* 79 (1993): 913-918
44. **Martin, R., Bourdua, I., Thériault, S., Tétrault, J., Pilote, M.:** Neuromuscular monitoring: does it make a difference. *Can J Anaesth* 43 (1996): 585-588
45. **Meakin, G.H., Pronske, E.H., Lerman, J., Orr, R., Joffe, D., Savaree, A.M., Lynn, A.M.:** Bronchospasm after rapacurium in infants and children. *Anesthesiology* 94 (2001): 926-927
46. **Meyers, E.F., Krupin, T., Johnson, M., Zink, H.:** Failure of nondepolarizing neuromuscular blockers to inhibit succinylcholine-induced increased intraocular pressure, a controlled study. *Anesthesiology* 48 (1978): 149-151
47. **Miller, R.D., Way, W.L.:** Inhibition of succinylcholine-induced increased intragastric pressure by nondepolarizing muscle relaxants and lidocaine. *Anesthesiology* 34 (1971): 185-188
48. **Molbegott, L., Baker, T.:** Speed and ease of tracheal intubation: priming with mivacurium compared with succinylcholine. *Can J Anaesth* 42 (1995): 780-784
49. **Morris, J., Cook, T.M.:** Rapid sequence induction: a national survey of practice. *Anaesthesia* 56 (2001): 1090-1097
50. **Musich, J., Walts, L.F.:** Pulmonary aspiration after a priming dose of vecuronium. *Anesthesiology* 64 (1986): 517-519
51. **Naguib, M.:** How serious is the bronchospasm induced by rapacurium? *Anesthesiology* 94 (2001): 924-925
52. **Nelson, J.M., Morell, R.C., Butterworth, J.F.t.:** Rocuronium versus succinylcholine for rapid-sequence induction using a variation of the timing principle. *J Clin Anesth* 9 (1997): 317-320
53. **Osmer, C., Vogele, C., Zickmann, B., Hempelmann, G.:** Comparative use of muscle relaxants and their reversal in three European countries: a survey in France, Germany and Great Britain. *Eur J Anaesthesiol* 13 (1996): 389-399
54. **Ostergaard, D., Engbaek, J., Viby-Mogensen, J.:** Adverse reactions and interactions of the neuromuscular blocking drugs. *Med Toxicol Adverse Drug Exp* 4 (1989): 351-368
55. **Pace, N.L.:** Prevention of succinylcholine myalgias: a meta-analysis. *Anesth Analg* 70 (1990): 477-483
56. **Payne, J.P., Hughes, R.:** Evaluation of atracurium in anaesthetized man. *Br J Anaesth* 53 (1981): 45-54
57. **Plaud, B., Debaene, B., Donat, i.F.:** The corrugator supercilii, not the orbicularis oculi, reflects rocuronium neuromuscular blockade at the laryngeal adductor muscles. *Anesthesiology* 95 (2001): 96-101
58. **Plaud, B., Laffon, M., Ecoffey, C., Meistelman, C.:** Monitoring orbicularis oculi predicts good intubating conditions after vecuronium in children. *Can J Anaesth* 44 (1997): 712-716
59. **Rao, T.L., Jacobs, H.K.:** Pulmonary function following 'pretreatment' dose of pancuronium in volunteers. *Anesth Analg* 59 (1980): 659-661

60. **Rosenberg, H., Gronert, G.A.:** Intractable cardiac arrest in children given succinylcholine. *Anesthesiology* 77 (1992): 1054
61. **Rosow, C.:** Remifentanyl: a unique opioid analgesic. *Anesthesiology* 79 (1993): 875-876
62. **Sakuma, K., Hashiba, M., Shimoji, K.:** [Severe dyspnea caused by vecuronium bromide administration for priming and precurarization]. *Masui* 40 (1991): 483-485
63. **Savage, D.S., Sleight, T., Carlyle, I.:** The emergence of ORG NC 45, 1- [2 beta,3 alpha,5 alpha,16 beta,17 beta)-3, 17-bis(acetyloxy)-2-(1-piperidinyl)-androstan-16-yl]-1-methylpiperidinium bromide, from the pancuronium series. *Br J Anaesth* 52 Suppl 1 (1980): 3s-9s
64. **Savarese, J.J.:** Some considerations on the new muscle relaxants. *Anesth Analg Suppl* (1998): 119-127
65. **Savarese, J.J., Ali, H.H., Basta, S.J., Embree, P.B., Scott, R.P.F., Sunder, N., Weakly, J.N., Wastila, W.B., El-Sayad, H.A.:** The Clinical Neuromuscular Pharmacology of Mivacurium Chloride (BW B1090U): A Short-acting Nondepolarizing Ester Neuromuscular Blocking Drug. *Anesthesiology* 68 (1988): 723-732
66. **Savarese, J.J., Kitz, R.J.:** Does clinical anesthesia need new neuromuscular blocking agents? *Anesthesiology* 42 (1975): 236-239
67. **Schulte-Sasse, U., Eberlein, H.J., Kirch, E., Schlittenhardt, W., Schmücker, I., Underwood, D.:** Ist nach 40 Jahren die Zeit der Routineverwendung von Succinylcholin abgelaufen? *Anästh Intensivmed* 34 (1993): 230-234
68. **Schwarz, S., Ilias, W., Lackner, F., Mayrhofer, O., Foldes, F.F.:** Rapid tracheal intubation with vecuronium: the priming principle. *Anesthesiology* 62 (1985): 388-391
69. **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
70. **Silverman, S.M., Culling, R.D., Middaugh, R.E.:** Rapid-sequence orotracheal intubation: a comparison of three techniques. *Anesthesiology* 73 (1990): 244-248
71. **Sparr, H.J., Mellinshoff, H., Blobner, M., Nöldge-Schomburg, G.:** Comparison of intubating conditions after rapacuronium (Org 9487) and succinylcholine following rapid sequence induction in adult patients. *Br J Anaesth* 82 (1999): 537-541
72. **Suttner, S., Boldt, J., Piper, S.N., Schmidt, C., Kumle, B.:** Economic aspects of different muscle relaxant regimens. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 35 (2000): 300-305
73. **Taboada, J.A., Rupp, S.M., Miller, R.D.:** Refining the priming principle for vecuronium during rapid-sequence induction of anesthesia. *Anesthesiology* 64 (1986): 243-247
74. **Tiret, L., Desmots, J., Halton, F., Vourch, G.:** Complications associated with anaesthesia: A prospective survey in France. *Can J Anaesth* 33 (1986): 336-344
75. **VanGeest, J.B., Wynia, M.K., Cummins, D.S., Wilson, I.B.:** Effects of different monetary incentives on the return rate of a national mail survey of physicians. *Med Care* 39 (2001): 197-201
76. **Wierda, J.M., de Wit, A.P., Kuizenga, K., Agoston, S.:** Clinical observations on the neuromuscular blocking action of Org 9426, a new steroidal non-depolarizing agent. *Br J Anaesth* 64 (1990): 521-523
77. **Wilhelm, W., Khuenel-Brady, K., Beaufort, A., Tassonyi, E., Meistelman, C.:** Neuromuskuläres Monitoring: Vorgaben verschiedener nationaler Fachgesellschaften und deren Umsetzung in die Praxis. *Anaesthesist* 49 (Suppl 1) (2000): 7-8
78. **Zaimis, E.J.:** Motor end-plate differences as a determining factor in the mode of action of neuro-muscular blocking substances. *Nature* 170 (1952): 617-618

## Danksagung

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

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv. Doz. Dr. M. Blobner, Klinik für Anästhesiologie der Technischen Universität München, für die Überlassung des Themas und die stets gewährte Unterstützung.

Ganz herzlich danke ich Herrn Prof. Dr. K. Ulm für die Betreuung in allen Fragen zur Statistik und den Mitarbeitern der multizentrischen „EMD-Gruppe“, Herrn Dr. Bachmann, Fa. GlaxoSmithKline, Herrn Prof. Dr. C. Diefenbach, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin der Universität zu Köln, Herrn Priv. Doz. Dr. T. Fuchs-Buder, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin der Universitätskliniken des Saarlandes, Herrn Priv. Doz. Dr. G. Geldner, Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie der Philipps-Universität Marburg, Herrn Priv. Doz. Dr. R. Hofmockel, Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie der Universität Rostock und Herrn A. van de Roemer, Institut für Didaktik in der Medizin, die durch ihre Mitarbeit wesentlichen Anteil am Gelingen der Arbeit hatten.

## Lebenslauf

### Angaben zur Person:

Name: Anne-Marie Söhnel  
 Geburtsdatum: 28. April 1976  
 Geburtsort: München  
 Familienstand: ledig  
 Staatsangehörigkeit: deutsch

### Schulbildung:

1982-1986 St. Korbinian Grundschule Freising  
 1986-1995 Josef-Hofmiller Gymnasium Freising  
 1995 Abschluß: Allgemeine Hochschulreife

### Hochschulbildung:

11/1995-03/1998 Vorklinischer Studienabschnitt an der Universität Regensburg  
 03/1998 Ärztliche Vorprüfung  
 04/1998-11/2002 Klinischer Studienabschnitt an der Technischen Universität München  
 03/1999 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
 08/2001 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
 11/2002 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung