

Anaesthesist 2018 · 67:664–673
<https://doi.org/10.1007/s00101-018-0476-8>
 Eingegangen: 13. Mai 2018
 Überarbeitet: 7. Juli 2018
 Angenommen: 16. Juli 2018
 Online publiziert: 13. August 2018
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018



F. F. Girrbach¹ · F. Hilbig² · M. Michael³ · M. Bernhard⁴

¹Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

²Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

³Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

⁴Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

Systematische Analyse von Atemwegsregistern in der Notfallmedizin

Einleitung

Die Atemwegssicherung ist eine zentrale Maßnahme in der prähospitalen und innerklinischen Notfallmedizin. Eine Verlegung der Atemwege mit konsekutivem Erliegen der Ventilation hat unvermeidlich den Tod des Patienten zur Folge, wenn diese nicht ausreichend therapiert wird. Nicht zuletzt deshalb hat sich international das ABCDE-Schema durchgesetzt, bei dem die Atemwegssicherung oberste Priorität hat [5]. Die Atemwegssicherung birgt jedoch zeitgleich die höchsten Komplikationsraten [67]. Neben dem klassischen Endotrachealtubus haben in den letzten Jahren zahlreiche alternative Methoden zum Atemwegsmanagement Einzug in die prähospitalen Notfallmedizin gehalten. Die Empfehlungen aus nationalen und internationalen Leitlinien basieren jedoch bisher größtenteils auf (tier-)experimentellen Studien oder Studien am Atemwegsphantom [33, 63, 73, 73]. Neuere Publikationen aus Registern und Fallserien zeigen, dass das Atemwegsmanagement am realen Notfallpatienten weitere Fallstricke und Gefahren birgt, die nicht allein aus experimentellen Studien ableitbar sind [4, 62].

Die Registerforschung hat in der Notfallmedizin in den letzten Jahren zunehmende Bedeutung erlangt. So konnten aus deutschen Reanimationsregistern und aus dem TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) mittlerweile mehrere, wegweisende Studien publiziert werden

[3, 22, 70, 74]. Auch zum Atemwegsmanagement existieren bis dato zahlreiche Publikationen aus lokalen, nationalen und internationalen Registern [1, 54]. International bestehen jedoch unterschiedliche rettungsdienstliche Systeme. Während im amerikanischen und im asiatischen Raum die prähospitalen Patientenversorgung vorwiegend durch „paramedics“ erfolgt, hat sich in Deutschland ein ergänzendes System mit Rettungsdienstfachpersonal und Notärzten etabliert. Dagegen sind in Notaufnahmen im angloamerikanischen Raum primär Fachärzte für Notfallmedizin tätig, während in Deutschland vorwiegend Anästhesisten, Internisten und Chirurgen die Erstversorgung in den Notaufnahmen übernehmen. Daneben gibt es möglicherweise – auch aufgrund der unterschiedlichen Kompetenzen der im prähospitalen Rettungsdienst beteiligten Berufsgruppen – signifikante Unterschiede in der Vorgehensweise des erweiterten Atemwegsmanagements. Analysen aus Registern sind deshalb nicht problemlos auf andere Notfallversorgungssysteme extrapolierbar.

In der vorliegenden Arbeit sollen daher anhand einer systematischen Literaturrecherche die aktuell existierenden notfallmedizinischen Atemwegsregister zusammenfassend dargestellt, analysiert und miteinander verglichen werden.

Methoden

Es erfolgte eine systematische Literaturrecherche mittels *PubMed* unter der Verwendung folgender Suchstrategien: („Airway“ AND „Emergency“ AND „Registry“) sowie („Prehospital“ AND „Airway“). Alle Suchergebnisse aus den kompletten Jahren 2007 bis 2017 wurden berücksichtigt. Eingeschlossen wurden ausschließlich Publikationen, die sich mit der Atemwegssicherung in der Notaufnahme oder in der prähospitalen Notfallmedizin befassen und in deutscher oder englischer Sprache verfasst wurden. Da schwer erkrankte Kinder häufig direkt auf eine pädiatrische Intensivstation aufgenommen werden, wurden Daten aus pädiatrischen Intensivstationen ebenfalls berücksichtigt, sofern sich diese mit der notfallmäßigen Atemwegssicherung befassten. Alle Publikationen mit Daten aus einem lokalen oder regionalen Register sowie aus registerähnlichen Erfassungen wurden in die weitere Analyse eingeschlossen. Darüber hinaus erfolgte der Einschluss weiterer Literatur nach händischer Suche aus den Quellenangaben der analysierten Publikationen, sofern die oben genannten Einschlusskriterien erfüllt waren.

Retrospektive Beobachtungsstudien oder randomisierte Studien und Editorials wurden in der vorliegenden Publikation nicht berücksichtigt. Ebenfalls ausgeschlossen wurden sämtliche Publikationen, die sich mit der notfallmäßigen Atemwegssicherung außerhalb

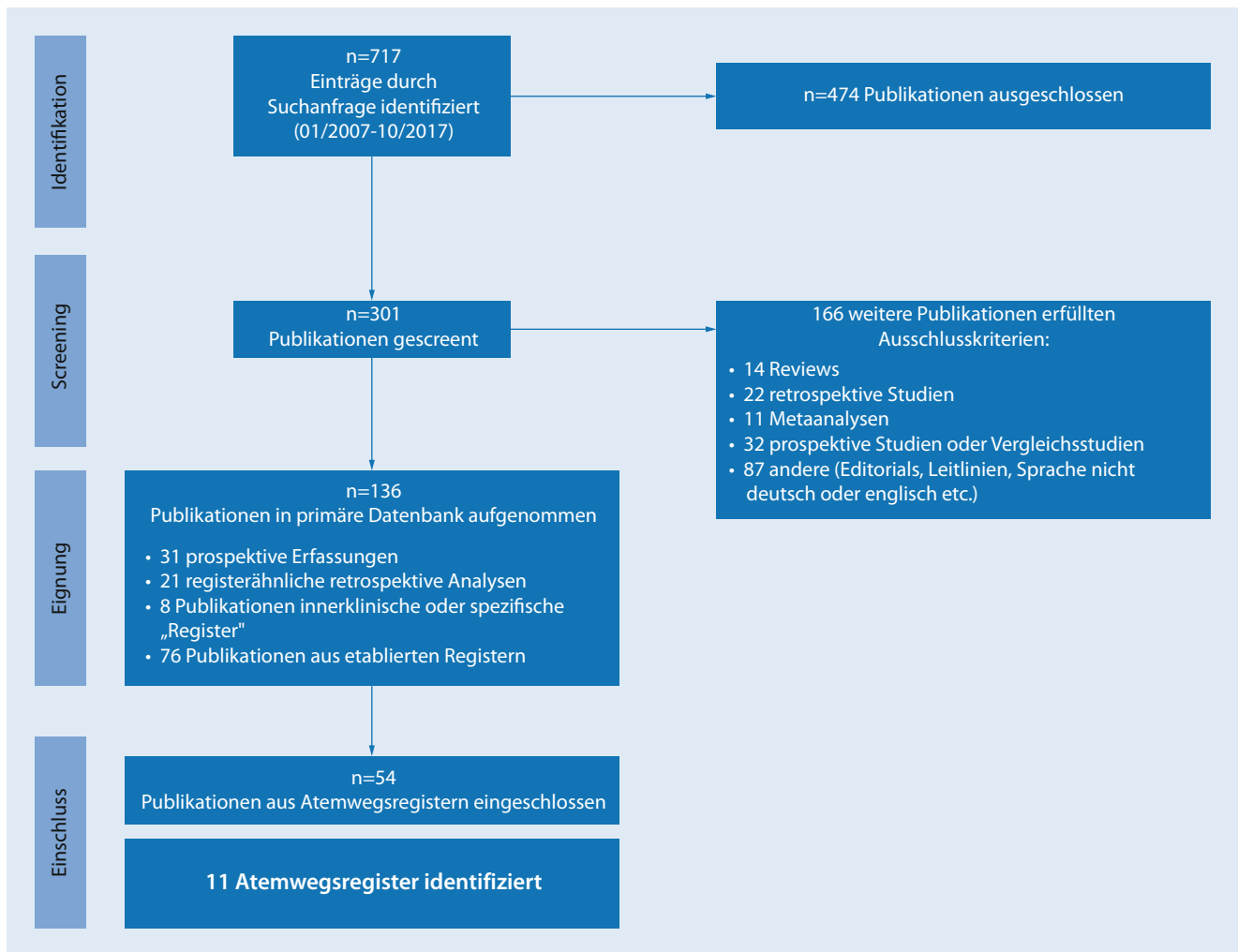


Abb. 1 ▲ PRISMA-Chart der Literaturrecherche

der prähospitalen Notfallmedizin, der Notaufnahme oder pädiatrischer Intensivstationen beschäftigen.

Alle Publikationen aus den Suchergebnissen wurden zunächst anhand der Abstracts auf die Ein- und Ausschlusskriterien geprüft. Erfüllten die Abstracts keine Ausschlusskriterien, erfolgte in der zweiten Stufe eine genauere Prüfung des Volltextes. Passende Publikationen wurden für die spätere Analyse bibliografisch in einer deskriptiven Excel-Tabelle (Microsoft Excel 2016®, Microsoft Corp, Redmond, WA, USA) mit den wesentlichen Kenngrößen sowie berichteten Komplikationsraten erfasst.

Die klinischen Registerdaten wurden primär aus derjenigen Publikation entnommen, das das größte Patientenkollektiv umfasst. Waren die Daten der entsprechenden Originalpublikation nicht voll-

ständig zu entnehmen, wurden die übrigen Daten aus der Publikation mit dem nächst kleineren Datensatz entnommen. Da es sich um eine systematische Literaturrecherche bestehender Daten handelte, wurde auf die Einholung eines Ethikvotums verzichtet.

Ergebnisse

Insgesamt erbrachte die systematische Literaturrecherche 717 Treffer für potenzielle Publikationen. Definierte Ausschlusskriterien wiesen 474 Publikationen bei Sichtung des Abstracts auf. Nach näherer Analyse des Volltextes wurden weitere 166 Publikationen ausgeschlossen (Abb. 1). In die primäre Analyse konnten 136 Publikationen aufgenommen werden, aus denen 11 Datenbanken identifiziert werden konnten, die nach

Beurteilung der Autoren die Kriterien für ein etabliertes Atemwegsregister erfüllen. Den 11 identifizierten Atemwegsregistern waren insgesamt 54 Publikationen zuzuordnen [1, 2, 6–12, 14, 16–18, 20, 21, 25–29, 31, 32, 34–39, 41, 43–49, 52–61, 64, 66, 68, 69, 71]. Die Charakteristika der identifizierten Atemwegsregister, inklusive Anzahl der teilnehmenden Institutionen, sowie die geografische Zuordnung wurden zusammengefasst (Tab. 1; Abb. 2).

Charakteristika der identifizierten Register

Bei 9 der 11 identifizierten Atemwegsregister handelt es sich um multizentrische Erfassungen. In 4 der 11 Atemwegsregister werden multinationale Daten erfasst. Acht der 11 Register beziehen sich auf das

Anaesthesist 2018 · 67:664–673 <https://doi.org/10.1007/s00101-018-0476-8>
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

F. F. Girrbach · F. Hilbig · M. Michael · M. Bernhard

Systematische Analyse von Atemwegsregistern in der Notfallmedizin

Zusammenfassung

Hintergrund. Zahlreiche Publikationen haben in den letzten Jahren zu einem evidenzbasierten Atemwegsmanagement in Rettungsdienst und Notaufnahmen beigetragen. Unklar ist jedoch, welche internationalen Register aktuell zum Atemwegsmanagement in der Notfallmedizin existieren, und wie diese hinsichtlich Einschlusskriterien, Patientcharakteristika und Definition von Komplikationen charakterisiert sind.

Methodik. Systematische Literaturrecherche in *PubMed* unter Einbeziehung aller Publikationen von 2007 bis 2017. Eingeschlossen wurden alle Studien aus Atemwegsregistern, die sich mit dem Atemwegsmanagement im Rettungsdienst oder in der Notaufnahme befassen. Daten aus pädiatrischen Intensivstationen wurden eingeschlossen, sofern diese die Funktion einer pädiatrischen Notfallversorgung übernehmen.

Ergebnisse. Insgesamt konnten 11 notfallmedizinische Register identifiziert werden,

die primär der Erfassung des Atemwegsmanagements dienen. Davon befasst sich ein internationales Register ausschließlich mit dem pädiatrischen Atemwegsmanagement (NEAR4KIDS, National Emergency Airway Registry for Kids). Die publizierten Beobachtungszeiträume der Register liegen bei minimal 15 Monaten und maximal 156 Monaten. Alle Notaufnahmeregister schließen Daten von Kindern ein, jedoch variiert der Anteil an pädiatrischen Patienten zwischen 0,2 und 10,5 %. Das ANZEDAR („Australia and New Zealand Emergency Department Airway Registry“) stellt derzeit mit 43 teilnehmenden Institutionen aus 2 Ländern das größte notfallmedizinische Atemwegsregister dar. Das NEAR III umfasst mit 21.374 registrierten Intubationen über einen Zeitraum von 10 Jahren die größte Anzahl an Notfallinterventionen. Die RSI („Rapid Sequence Induction“)-Raten in den Registern betragen 27,5–100 %. Die

berichteten First-pass-success(FPS)-Raten liegen zwischen 69 und 89 %, mit einem variablen Anteil an videolaryngoskopischen Intubationen zwischen 0 und 73 %.

Schlussfolgerung. Die elf in dieser Studie identifizierten Atemwegsregister unterscheiden sich hinsichtlich der Erfassungszeiträume, Einschlusskriterien, Definition von Komplikationen sowie Einsatz neuerer Methoden des Atemwegsmanagements teilweise erheblich, sodass eine Vergleichbarkeit der berichteten Behandlungsergebnisse und FPS-Raten nur bedingt gegeben ist. Ein entsprechendes Atemwegsregister in der Notfallmedizin im deutschsprachigen Raum sollte etabliert werden.

Schlüsselwörter

Atemwegsmanagement · Notfallmedizin · Notaufnahme · Atemwegsregister · Intubation

Systematic analysis of airway registries in emergency medicine

Abstract

Background. A myriad of publications have contributed to an evidence-based approach to airway management in emergency services and admissions in recent years; however, it remains unclear which international registries on airway management in emergency medicine currently exist and how they are characterized concerning inclusion criteria, patient characteristics and definition of complications.

Methods. A systematic literature research was carried out in *PubMed* with respect to publications from 2007–2017. All publications from airway registries collecting data on prehospital or emergency department (ED) airway management were included. Publications from pediatric intensive care units (PICU) were also included as long as they were the primary place of pediatric emergency care.

Results. A total of eleven emergency airway registries (EAR) were identified

that were primarily concerned with airway management. Furthermore, reported data on emergency airway management were extracted from different, national resuscitation registries. There was only one multinational EAR which exclusively collects data on pediatric emergency airway management (NEAR4KIDS, National Emergency Airway Registry for Kids). Additionally, all emergency department airway registries identified include data on pediatric emergency airway management to varying degrees (0.2–10.5%). Published observation periods were also highly variable with a minimum of 18 months and a maximum of 156 months. The ANZEDAR (Australia and New Zealand Emergency Airway Registry) is currently the largest EAR with data from 43 participating institutions in 2 different countries, while the NEAR III (National Emergency Airway Registry) includes data on 21,374 emergency intubations over a 10-year period and thus has the largest number

of emergency interventions. Reported rapid sequence induction (RSI) rates in the registries are between 27.5% and 100%. First-pass success rates vary between 69% and 89%, while the reported use of video laryngoscopy is 0–73%.

Conclusion. This study identified eleven EARs that sometimes widely differed concerning inclusion periods, inclusion criteria, definition of complications and application of newer methods of emergency airway management. Thus, comparability of the reported results and first-pass success rates is only possible to a limited extent. The authors therefore advocate the initiation of an airway registry in emergency medicine in German-speaking countries.

Keywords

Airway management · Emergency medicine · Emergency department · Airway registry · Intubation

Tab. 1 Basischarakteristika der einzelnen Register

| | Register | Ort | Teilnehmende Institutionen (n) | Berichtete Anzahl Pat. gesamt | Größte Publikation | Anz. Publikationen |
|--------------|---|--|--------------------------------|-------------------------------|--|--------------------|
| Notauf-nahme | ANZEDAR | Australien, Neusee-land | 43 | 3710 | Alkhoury et al. <i>Emerg Med Australas</i> 2017 [1] | 1 |
| | KEAMR | Südkorea | 13 | 10.942 | Cho et al. <i>Emerg Med Australas</i> 2013 [8] | 6 |
| | JEAN I + II | Japan | 15 | 10.927 | Goto et al. <i>Resuscitation</i> 2017 [19] | 11 |
| | EDIR | Edinburgh (UK) | 1 | 3988 | Kerslake et al. <i>Resuscitation</i> 2015 [34] | 2 |
| | NEAR II | USA, Kanada, Singa-pur | 31 | 8937 | Walls et al. <i>J Emerg Med</i> 2011 [71] | 3 |
| | NEAR III | USA, Kanada, Aus-tralien | 13 | 17.583 | Brown et al. <i>Ann Emerg Med</i> 2015 [6] | 3 |
| | Royal North Shore Emergency Airway Registry | Sydney (AUS) | 2 | 655 | Fogg et al. <i>Emerg Med Aus-tralas</i> 2016 [14] | 3 |
| | „Tucson-Register“ | Tucson (USA) | 1 | 2677 | Sakles et al. <i>Acad Emerg Med</i> 2015 [55] | 7 |
| Prähospital | NEAR VI | USA | 1 | 260 | Tollefsen et al. <i>Pediatr Emerg Care</i> 2013 [68] | 1 |
| | Flying Doctor Emergency Airway Registry | Queensland (AUS) | 7 | 76 | Le Cong <i>Emerg Med J</i> 2012 [38] | 1 |
| PICU | NEAR4KIDS | USA, Kanada, Singa-pur, Japan, Neusee-land | 36 | 11.220 | Grunwell et al. <i>Pediatr Crit Care</i> 2017 [25] | 17 |

ANZEDAR Australia and New Zealand Emergency Department Airway Registry, KEAMR Korean Emergency Airway Management Registry, JEAN Japanese Emergency Airway Network, EDIR Emergency Department Intubation Registry, NEAR National Emergency Airway Registry, NEAR4KIDS National Emergency Airway Registry for Kids

Atemwegsmanagement in der Notauf-nahme. Das Australian and New Zealand Emergency Department Airway Registry (ANZEDAR) umfasst mit derzeit 43 teilnehmenden Institutionen unter den Notaufnahmeregistern die meisten Kliniken [1]. Das National Emergency Airway Registry III (NEAR III) mit Daten aus Nordamerika, Kanada und Australien umfasst mit ca. 21.500 registrierten Patienten den derzeit größten Datensatz [6].

Zwei der 11 Register analysieren ausschließlich Daten zum prähospitalen Atemwegsmanagement. Die Daten entstammen bei dem Flying Doctor Emergency Airway Registry und dem NEAR VI jeweils der australischen bzw. nordamerikanischen Luftrettung [38, 68]. Im australischen Atemwegsregister erfolgt die Atemwegssicherung durch Ärzte, während beim NEAR VI die Atemwegssicherung „flight paramedics and nurses“ obliegt.

Eine systematische Erfassung des pädiatrischen Atemwegsmanagements erfolgt seit Januar 2007 im NEAR4KIDS („National Emergency Airway Registry for Kids“) [25]. Dieses multizentrische, internationale Register umfasst 36 teilnehmende Institutionen aus den USA, Kanada, Singapur, Japan und Neuseeland. Die größte Publikation analysiert Daten von insgesamt 11.220 Atemwegsinterventionen [25].

Relevante Kenngrößen der Intubationspraxis sowie Informationen zu den in den Registern erfassten Patientenkohorten sind in [Tab. 2](#) zusammengefasst. Bei 8 der 11 Register erfolgt eine Atemwegssicherung primär durch Ärzte. Der berichtete Anteil an Intubationen, bei denen eine Muskelrelaxierung erfolgt, variiert in den einzelnen Registern zwischen 28 % (JEAN I/II, „Japan Emergency Airway Network“) [19] und 99 % (NEAR VI) [68]. Die beschriebenen „First-pass-success“ (FPS)-Raten variieren ebenfalls zwischen 69 % (JEAN I/II) und 89 % (Royal

North Shore Emergency Airway Registry) [14, 15]. Eine hohe Variabilität zeigt sich auch in der Rate an „rapid sequence inductions“ (RSI): Während für das Royal North Shore Register eine RSI-Rate von 100 % berichtet wird [14, 15], zeigt sich diese in den asiatischen Registern KEAMR („Korean Emergency Airway Management Registry“) und JEAN I/II mit 25–27 % am niedrigsten [8, 19]. Erhebliche Unterschiede bestehen außerdem bei den betrachteten Patientenkollektiven: Während der Anteil an Traumapatienten im prähospitalen NEAR VI mit 66 % hoch ist [68], beträgt dieser Anteil im pädiatrischen NEAR4KIDS lediglich 2 % ([25]; [Tab. 2](#)).

Zusammenfassend stellt [Abb. 3](#) die publizierten Beobachtungszeiträume dar. Die Beobachtungszeiträume variieren von minimal 18 Monaten im „Royal North Shore Emergency Airway Registry“ [15] bis zu maximal 156 Monaten im Emergency Department Intubation Registry (EDIR) [34]. Chronologisch

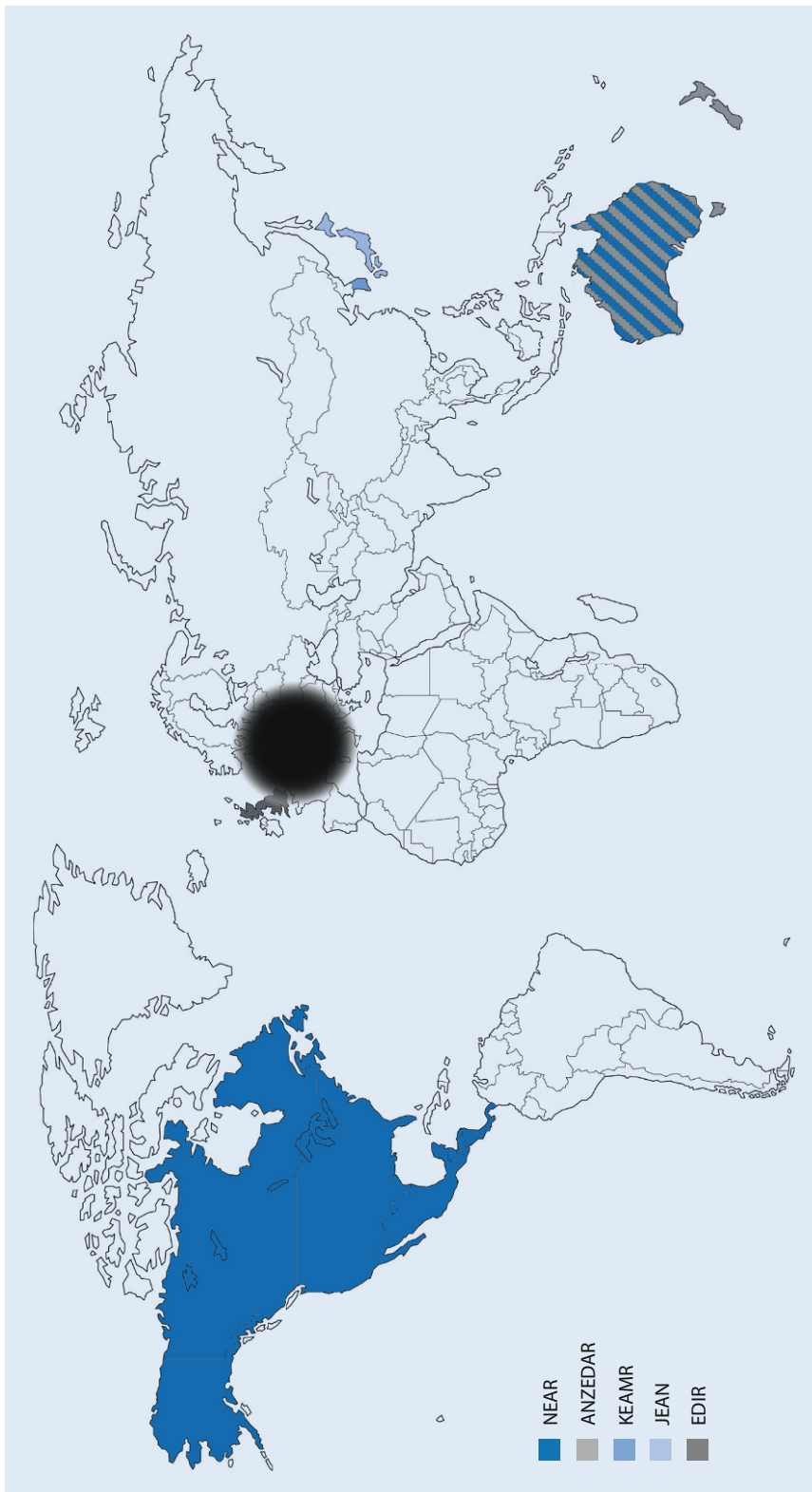


Abb. 2 ▲ Geografische Verteilung der identifizierten Atemwegsregister. *Blinder Fleck* Deutschland. (Weltkarte von: Pingbat/Getty Images/iStock, modif.)

besteht ebenfalls eine Staffelung der Beobachtungszeiträume; so wurde die Datenerfassung im NEAR II bereits im Juni 2002 mit Start des NEAR III abgeschlossen, während das jüngste ANZEDAR im Juli 2013 initiiert wurde.

Definition der erhobenen Komplikationen

Die Definitionen der einzelnen Register zu den erhobenen Komplikationen sind zusammenfassend in [Tab. 3](#) aufgeführt.

Es wurden unterschiedliche Definitionen eines „attempt“ zur Atemwegsicherung in den verschiedenen Registern identifiziert: Fünf der 11 Register definieren einen Versuch der Atemwegsicherung, wenn der Laryngoskopspatel die Lippen bzw. Zähne passiert hat. Im Tucson-Register sowie im NEAR4KIDS ist ein Versuch durch Insertion des Laryngoskops in den Oropharynx definiert. Keine genaue Definition findet sich hingegen im EDIR und in den NEAR.

Auch die Grenzwerte für eine Desaturation unter endotrachealer Intubation sind in einzelnen Registern unterschiedlich definiert. Während das ANZEDAR und das Royal North Shore Register eine Desaturation generell als eine pulsoxymetrisch gemessene Sättigung <93 % definieren, wird im schottischen EDIR lediglich eine Sättigung <90 % registriert, wenn diese nicht vorbestanden hat. Das NEAR4KIDS definiert eine Desaturation als Abfall der pulsoxymetrisch gemessenen Sättigung <80 %, wenn die arterielle Sauerstoffsättigung >90 % nach Präoxygenierung war.

Eine Hypotonie im Rahmen der Notfallnarkose wird in den meisten Registern unscharf definiert und lediglich dann erfasst, wenn eine Volumen- oder Katecholamingabe zur Therapie der Hypotonie notwendig war. Lediglich das JEAN- und das Tucson-Register legen sich auf einen festen Grenzwert des systolischer Blutdrucks <90 mm Hg fest. Darüber hinaus existieren variable Altersgrenzwerte für den Einschluss von Kindern ([Tab. 2](#)).

Diskussion

Die klinische Forschung im Bereich der prähospitalen und frühen innerklini-

Tab. 2 Berichtete Intubationspraxis der einzelnen Register

| | Register | Anwender | NMB (%) | FPS (%) | RSI-Rate | Trauma (%) | VLS (%) | Kinder (%) |
|------------------|--|--|--------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|
| Notauf- nahme | ANZEDAR | Ärzte, „nurses“ | 93,2 | 84,3 | 93,2 | 21,8 | 53,8 | 4,8 |
| | KEAMR | Ärzte | 27,8 | 80,1 ^c | 27,8 ^c | 23,4 ^c | k A | 2,6 ^a |
| | JEAN I + II | Ärzte | 27,5 | 69 | 24,1 | 10,5 | 14,9 | 3,1 |
| | EDIR | Ärzte | 73,5 | 85 | 73,5 | 22,8 | k A | 0,2 ^d |
| | NEAR II | Ärzte | 68,7 | 81,3 | 68,7 | 26,1 | k A | Ja |
| | NEAR III | Ärzte | 84,8 ^b | 85 ^b | 83,6 ^b | 31 ^b | 9,3 ^b | 5,4 |
| | Royal North Shore Emergency Airway Registry „Tucson-Register“ | Ärzte „EM residents“ | 100 85,2 ^b | 89,1 k A | 100 85,2 ^b | k A 43,8 ^b | 73,0 61,7 ^b | 7,5 10,5 |
| Prähospital | NEAR VI | „Flight paramedics, nurses“ | 98,8 | 78,6 | 98,8 | 66,2 | Nein | 100 |
| | Flying Doctor Emergency Airway Registry | Ärzte | k A | k A | k A | k A | k A | k A |
| PICU | NEAR4KIDS | Ärzte, „nurse practitioner, respiratory therapist“ | 89,2 | 64,3 ^a | 39,7 | 2,1 | 10,5 | 95,6 |

ANZEDAR Australia and New Zealand Emergency Department Airway Registry, KEAMR Korean Emergency Airway Management Registry, JEAN Japanese Emergency Airway Network, EDIR Emergency Department Intubation Registry, NEAR National Emergency Airway Registry, NEAR4KIDS National Emergency Airway Registry for Kids, NMB Neuromuskuläre Blockade, FPS First Pass Success, RSI Rapid Sequence Induction, VLS Videolaryngoskopie

k A keine Angabe

^aChoi et al., *Resuscitation* 2012 [10]

^bKinder <15 Jahre (NEAR III) bzw. 18 Jahre (Tucson-Register) ausgeschlossen

^cBerechnet aus Cho et al., *Emerg Med Australas* 2013 [8]

^dKinder <13 Jahre

Tab. 3 Definition von Komplikationen

| | Register | Definition FPS | Definition Desaturation | Definition Hypotonie |
|------------------|--|--|---|--------------------------------------|
| Notauf- nahme | ANZEDAR | Laryngoskopspatel passiert die Lippen | <93 % in allen Fällen | Volumengabe notwendig |
| | KEAMR | Laryngoskopspatel passiert die Zähne | k A | k A |
| | JEAN I + II | Laryngoskopspatel passiert die Zähne | <90 % in allen Fällen | <90 mm Hg |
| | EDIR | – | <90 %, wenn nicht vorbestehend | <90 mm Hg, wenn nicht vorbestehend |
| | NEAR II | „Single effort to place an airway“ | k A | k A |
| | NEAR III | Keine genaue Definition | k A | Volumengabe notwendig |
| | Royal North Shore Emergency Airway Registry „Tucson-Register“ | Laryngoskopspatel passiert die Lippen Laryngoskop im Oropharynx | <93 % in allen Fällen Abfall $\geq 10\%$ | Volumengabe notwendig <90 mm Hg |
| Prähospital | NEAR VI | Laryngoskopspatel passiert die Lippen | k A | k A |
| | Flying Doctor Emergency Airway Registry | k A | k A | k A |
| PICU | NEAR4KIDS | Insertion des Laryngoskops | <80 %, wenn S_{pO_2} nach Präoxygenierung >90 % | Volumen oder Vasopressoren notwendig |

ANZEDAR Australia and New Zealand Emergency Department Airway Registry, k A keine Angabe, KEAMR Korean Emergency Airway Management Registry, JEAN Japanese Emergency Airway Network, EDIR Emergency Department Intubation Registry, NEAR National Emergency Airway Registry, NEAR4KIDS National Emergency Airway Registry for Kids, FPS First Pass Success Rate

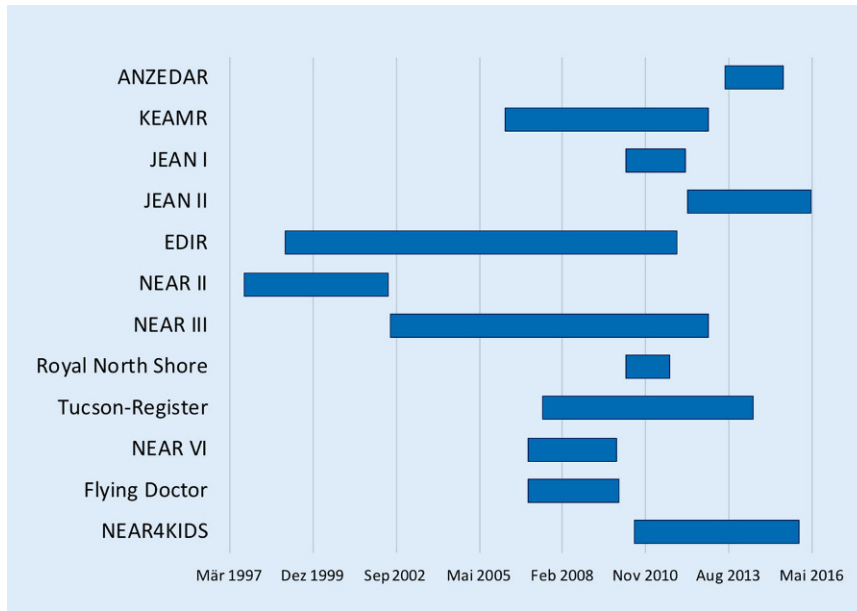


Abb. 3 ▲ Publierte Beobachtungszeiträume der einzelnen Register. ANZEDAR Australia and New Zealand Emergency Department Airway Registry, KEAMR Korean Emergency Airway Management Registry, JEAN Japanese Emergency Airway Network, EDIR Emergency Department Intubation Registry, NEAR National Emergency Airway Registry, NEAR4KIDS National Emergency Airway Registry for Kids

schen Notfallmedizin ist mit erheblichen Hindernissen verbunden. Interventionsstudien und randomisierte Studien sind aufgrund häufig mangelnder Aufklärungsfähigkeit der Patienten und der zeitkritischen Versorgung von Notfallpatienten nur schwer durchführbar. Ein Großteil des notfallmedizinischen Wissens basiert daher entweder auf Extrapolation klinischer Daten, auf retrospektiven Analysen oder auf Studien an Atemwegsphantomen [33, 51, 63, 72, 73]. Darüber hinaus werden kritische Interventionen und so auch die Atemwegssicherung im Rettungsdienst durch den einzelnen Notarzt nur vergleichsweise selten durchgeführt [24].

Die Registerforschung hat sich daher gerade in der Notfallmedizin als höchst wertvolles Instrument zur Weiterentwicklung des notfallmedizinischen Wissens erwiesen [23]. Da keine studienspezifische Intervention erfolgt, ist keine Aufklärung des Patienten notwendig, die eine evtl. zeitkritische Therapie potenziell verzögern würde. Durch eine multizentrische Erfassung der Registerdaten ist die Generierung hoher Fallzahlen mit einem standardisierten Datensatz möglich [23]. Somit können auch Komplikationen, die eine niedrige

Inzidenz haben, sicher identifiziert werden. Randomisierte Studien haben in der Regel feste Ein- und Ausschlusskriterien und analysieren daher ein streng definiertes Patientenkollektiv. Diese strenge Patientenauswahl stimmt jedoch häufig nicht mit dem täglich in der Praxis zu versorgendem Patientenkollektiv überein und berücksichtigt darüber hinaus in der Regel nicht die große Heterogenität der Anwender bezüglich Ausbildung und Erfahrung. Registerdaten erfassen hingegen ein ungefiltertes Patientenkollektiv, das die tägliche klinische Praxis ohne Vorselektion bestimmter Gruppen abbildet. Somit kann eine Aussage über den Effekt oder mögliche Risiken einer Intervention auch bei einem heterogenen Patienten- und Anwendergut getroffen werden.

Neben dem Gewinn klinischer Daten für die Forschung sind Register darüber hinaus für die teilnehmenden Institutionen hervorragende Instrumente, die eigene Versorgungsqualität mit der anderer Standorte zu vergleichen (Benchmarking) und damit auch ein wertvolles Instrument der Qualitätssicherung [23].

In der vorliegenden Arbeit wurde eine vergleichende Analyse der vorhandenen Register zum Atemwegsmanagement in

der prähospitalen und frühen innerklinischen Notfallmedizin durchgeführt. Insgesamt konnten in der vorliegenden systematischen Literaturrecherche letztendlich 11 Atemwegsregister oder registerähnliche Erfassungen identifiziert werden. Dabei fällt auf, dass der Großteil der Atemwegsregister und der daraus publizierten Daten aus dem angloamerikanischen sowie aus dem asiatischen Raum (Korea, Japan) stammt (■ Tab. 1; ■ Abb. 2). Acht der 11 identifizierten Register beziehen sich auf das Atemwegsmanagement in der Notaufnahme, wo im Großteil der teilnehmenden Länder der primäre Arztkontakt mit dem Patienten erfolgt. Zum prähospitalen Atemwegsmanagement wurden jedoch nur 2 Register identifiziert, die vergleichsweise wenige Patienten eingeschlossen haben. Lediglich ein Register existiert zum pädiatrischen Atemwegsmanagement (NEAR4KIDS), das jedoch gemessen an der Patientenzahl gleichzeitig das bisher größte Register zum Atemwegsmanagement darstellt.

Auffällig ist, dass bisher keine Daten aus dem deutschsprachigen Raum in ein nationales oder internationales Atemwegsregister eingehen. Im internationalen Vergleich weist Deutschland jedoch eine besonders hohe Heterogenität im notfallmedizinischen Atemwegsmanagement auf: Insbesondere in der prähospitalen Notfallmedizin kann das Atemwegsmanagement situationsabhängig einerseits sowohl durch nicht-ärztliches als auch durch (not)ärztliches Personal erfolgen, andererseits bestehen auch unter dem im Rettungsdienst tätigen, (not)ärztlichen Personal relevante Unterschiede in der Erfahrung bezüglich des Atemwegsmanagements beim Notfallpatienten. Dies wirkt sich hypothetisch auch aufgrund des Vorhandenseins nationaler Leitlinien auf die Auswahl des „device“ und der für die Narkoseeinleitung bevorzugten Medikamente aus [67].

Abgesehen davon unterscheidet sich der Schwierigkeitsgrad der prähospitalen deutlich von der innerklinischen Intubation. Ungünstige Umgebungsbedingungen wie eingeschränkte Lichtverhältnisse, Platzmangel und Lärm sowie eine deutlich geringere Auswahl an alternati-

ven Methoden zum Atemwegsmanagement sind nur einige Punkte, die eine prähospitalen Atemwegssicherung erschweren können. Daten, die aus innerklinischen Registern oder aus Notaufnahmen gewonnen wurden, sind daher nicht uneingeschränkt auf die prähospitalen Notfallmedizin anwendbar. Die Etablierung eines deutschen Atemwegsregisters ist daher aus Sicht der Autoren zwingend notwendig, um belastbare Daten zum notarztbesetzten Rettungsdienst zu generieren.

Atemwegsmanagement in der Notfallmedizin ist ein komplexer Prozess und das Behandlungsergebnis der Intervention wird folglich von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Neben der Kompetenz des Personals spielen patientenseitig beeinflusste Faktoren, Komorbiditäten, verfügbare Medikamente zur Narkoseeinleitung und verfügbare Hilfsmittel zum alternativen Atemwegsmanagement eine wichtige Rolle, wenn das Behandlungsergebnis der endotrachealen Intubation anderen Methoden der Atemwegssicherung gegenübergestellt werden soll. Aufgrund der bedeutenden internationalen Unterschiede in der Kompetenz und der Befugnisse des Rettungsdienstpersonals (z. B. notarztbesetzter Rettungsdienst vs. Paramedicsystem, Anwendung einer neuromuskulären Blockade) sind die publizierten Studien zum Atemwegsmanagement nur bedingt miteinander vergleichbar. Ebenso sind aufgrund der hohen Heterogenität Metaanalysen schwierig durchzuführen. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass nur ein Bruchteil der publizierten Studien zum Atemwegsmanagement einen hinreichend vollständigen Datensatz berichtet [13, 40]. Auch in den oben zitierten Publikationen aus den genannten Atemwegsregistern waren selbst essenzielle basisdemografische Daten nicht immer zu finden.

Die hohe Heterogenität beim Atemwegsmanagement zeigt sich auch nach Analyse der vorhandenen Atemwegsregister: Während der Anteil an berichteten Patienten, die Muskelrelaxanzien zur Intubation erhielten, im japanischen JEAN-Register bei lediglich 28 % lag, betrug diese im australisch-neuseeländischen ANZEDAR und im Royal North Shore

Register jeweils über 90 %. Dies wird u. a. in der FPS-Rate reflektiert: Im JEAN-Register ist gleichzeitig die FPS-Rate mit 69 % [19] am niedrigsten, während das ANZEDAR und das Royal North Shore Register FPS-Raten von 84–89 % berichten [1, 6], Letztere gilt derzeit als Referenzbereich für die Intubation in Notaufnahmen.

Ähnlich heterogen zeigt sich der Anteil an Intubationen, bei denen die Videolaryngoskopie eingesetzt wird: Hier reicht der Anteil von 9 % im NEAR III bis zu 73 % im Royal North Shore Register. Zusammenfassend zeichnet sich ab, dass durch großzügigen Einsatz der Videolaryngoskopie und einen hohen Anteil an RSI noch höhere FPS-Raten erreicht werden können, die im Bereich der 90 %-Marke beim Royal North Shore Register liegen. Vergleichsweise niedrig ist die berichtete FPS-Rate im pädiatrischen NEAR4KIDS mit 64 % [36]. Dies ist möglicherweise darin begründet, dass das Atemwegsmanagement bei Kindern in der Regel schwieriger ist. Zukünftige Publikationen werden zeigen, ob sich durch den Einsatz der Videolaryngoskopie auch im pädiatrischen Bereich eine höhere FPS-Rate entwickelt.

Daneben führen unterschiedliche Definitionen von Komplikationen und der untersuchten Patientenkohorten zu einer eingeschränkten Datenvergleichbarkeit. Zu den zentralen Komplikationen beim prähospitalen Atemwegsmanagement zählen dabei die Hypoxie und die Hypotonie, mit jeweils einer Inzidenz bis zu 18 % [30, 42, 50, 67]. Insbesondere bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma können diese Komplikationen bekannterweise schwerwiegende Konsequenzen für das Behandlungsergebnis haben. In den 11 aufgeführten Registern ließen sich in 6 Registern insgesamt 5 verschiedene Definitionen für eine Hypoxie identifizieren. In den 6 verbleibenden Registern war eine Hypoxie als Komplikation nicht weiter anhand eines Sättigungswerts definiert. Ähnlich heterogene Definitionen finden sich für die Hypotonie: Eine relevante Hypotonie ist in 4 Registern nicht weiter definiert. In den verbleibenden 6 Registern lassen sich 4 verschiedene Definitionen identifizieren. Dabei ist die Hypotonie meistens über eine notwendige

Intervention zu deren Behebung (Volumengabe und/oder Katecholamine) definiert. Dies ist insofern problematisch, als dass die Grenze des minimal zu tolerierenden Blutdruckes je nach Anwender unterschiedlich ausfallen kann.

Zur Erhöhung der Datenvergleichbarkeit wäre daher ein definierter Datensatz erstrebenswert, der sowohl wesentliche Patientencharakteristika, Komorbiditäten sowie wesentliche Vitalparameter vor und nach der Intubation erfasst. Dieser könnte sich an dem 2009 publizierten, konsensusbasierten Datensatz zum „reporting“ des prähospitalen Atemwegsmanagements orientieren (Airwaycore-Variablen) [65]. Um detailliertere Analysen zum Atemwegsmanagement zu ermöglichen, sollte dieser Datensatz jedoch um einige Punkte erweitert werden. Dazu gehören beispielsweise die höchste Ausbildung des Anwenders, die genaue Anzahl der Intubations- bzw. Platzierungsversuche, inklusive der Zeitpunkt des Wechsels des Atemwegs-Device, sowie eine genauere Beschreibung der beobachteten Schwierigkeiten und Komplikationen. Ebenso sollten Untergruppen für supraglottische Atemwege eingeführt werden, um mögliche Unterschiede zwischen den einzelnen Typen der Larynxmaske und des Larynx-tubus beim prähospitalen Einsatz genauer beleuchten zu können.

Limitationen

Aufgrund der oben beschriebenen Methodik konnten möglicherweise nicht alle existierenden Atemwegsregister in der Notfallmedizin erfasst werden. Eingeschränkt muss konstatiert werden, dass die Kenndaten der Register nicht direkt aus der Registerdatenbank, sondern aus den Originalpublikationen der einzelnen Register extrahiert wurden. Dies könnte Einfluss auf die dargestellten Parameter haben, insbesondere da Daten in den Registerdatenbanken bestehen könnten, die keinen Eingang in die bisherigen Publikationen gefunden hatten. Bei einigen Registern ist die Datensammlung bereits mehrere Jahre abgeschlossen bzw. der Berichtszeitraum längere Zeit zurückliegend, sodass keine definitive Aussage über das

aktuelle Atemwegsmanagement in den betroffenen Regionen gemacht werden kann. Effekte neuerer Innovationen wie die Videolaryngoskopie sind daher in den beschriebenen Daten evtl. noch nicht ausreichend erfasst. Insbesondere Unterschiede in den FPS-Raten sowie unterschiedliche prozentuale Einsatzraten der Videolaryngoskopie sind daher u. U. weniger regional als eher durch die zeitliche Differenz der publizierten Studien bedingt.

Fazit für die Praxis

- Erfassungszeiträume, Einschlusskriterien, Definition von Komplikationen sowie Einsatz neuerer Methoden des Atemwegsmanagements der identifizierten Atemwegsregister in der Notfallmedizin unterscheiden sich bedeutend.
- Vergleichbarkeit der berichteten Behandlungsergebnisse und FPS-Raten sind nur bedingt gegeben.
- Aus dem deutschsprachigen Raum gehen derzeit keine Daten in eines der publizierten Atemwegsregister ein.
- Die Autoren schlagen deshalb vor, ein nationales Atemwegsregister für die Notfallmedizin im deutschsprachigen Raum mit klaren und reliablen Definitionen zu etablieren.

Korrespondenzadresse

Dr. med. F. F. Girrbach

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Leipzig Liebigstr. 20, 04103 Leipzig, Deutschland
 Felixfrederic.girrbach@medizin.uni-leipzig.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. F.F. Girrbach, F. Hilbig, M. Michael und M. Bernhard geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Alkhoury H, Vassiliadis J, Murray M et al (2017) Emergency airway management in Australian

- and New Zealand emergency departments: a multicentre descriptive study of 3710 emergency intubations. *Emerg Med Australas* 29:499–508
2. Bair AE, Filbin MR, Kulkarni RG, Walls RM (2002) The failed intubation attempt in the emergency department: analysis of prevalence, rescue techniques, and personnel. *J Emerg Med* 23:131–140
3. Bernhard M, Behrens NH, Wnent J et al (2018) Out-of-hospital airway management during manual compression or automated chest compression devices: a registry-based analysis. *Anaesthesist* 67:109–117
4. Bernhard M, Beres W, Timmermann A et al (2014) Prehospital airway management using the laryngeal tube. An emergency department point of view. *Anaesthesist* 63:589–596
5. Bernhard M, Ramshorn-Zimmer A, Hartwig T et al (2014) Management of critically ill patients in the resuscitation room. Different than for trauma? *Anaesthesist* 63:144–153
6. Brown CA, Bair AE, Pallin DJ, Walls RM (2015) Techniques, success, and adverse events of emergency department adult intubations. *Ann Emerg Med* 65:363–370.e1
7. Carlson JN, Crofts J, Walls RM, Brown CA (2015) Direct versus video laryngoscopy for Intubating adult patients with gastrointestinal bleeding. *West J Emerg Med* 16:1052–1056
8. Cho J, Cho YS, You JS et al (2013) Current status of emergency airway management for elderly patients in Korea: multicentre study using the Korean Emergency Airway Management Registry: Emergency airway management for elderly patients. *Emerg Med Australas* 25:439–444. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12122>
9. Cho YS, Cho J, Chung HS, Korean Emergency Airway Registry (KEAMR) Investigators (2015) Assessment of emergency airway management techniques in Korea using an online registration system: a multicenter study. *J Emerg Med* 48:1–9
10. Choi HJ, Je SM, Kim JH et al (2012) The factors associated with successful paediatric endotracheal intubation on the first attempt in emergency departments: a 13-emergency-department registry study. *Resuscitation* 83:1363–1368
11. Choi HJ, Kang H-G, Lim TH et al (2010) Endotracheal intubation using a GlideScope video laryngoscope by emergency physicians: a multicentre analysis of 345 attempts in adult patients. *Emerg Med J* 27:380–382
12. Crulli B, Loron G, Nishisaki A et al (2016) Safety of paediatric tracheal intubation after non-invasive ventilation failure. *Pediatr Pulmonol* 51:165–172. <https://doi.org/10.1002/ppul.23223>
13. Davis DP (2011) The need for standardized data reporting for prehospital airway management. *Crit Care* 15:133
14. Fogg T, Alkhoury H, Vassiliadis J (2016) The Royal North Shore Hospital Emergency Department airway registry: closing the audit loop: Royal North Shore Hospital Airway Registry. *Emerg Med Australas* 28:27–33
15. Fogg T, Annesley N, Hitos K, Vassiliadis J (2012) Prospective observational study of the practice of endotracheal intubation in the emergency department of a tertiary hospital in Sydney, Australia: Endotracheal intubation in an Australian ED. *Emerg Med Australas* 24:617–624
16. Gaither JB, Spaite DW, Stolz U et al (2014) Prevalence of difficult airway predictors in cases of failed prehospital endotracheal intubation. *J Emerg Med* 47:294–300
17. Goto T, Gibo K, Hagiwara Y et al (2015) Multiple failed intubation attempts are associated with decreased success rates on the first rescue intubation in the emergency department: a retrospective analysis of multicentre observational data. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 23:5
18. Goto T, Watase H, Morita H et al (2015) Repeated attempts at tracheal intubation by a single intubator associated with decreased success rates in emergency departments: an analysis of a multicentre prospective observational study. *Emerg Med J* 32:781–786
19. Goto Y, Goto T, Hagiwara Y et al (2017) Techniques and outcomes of emergency airway management in Japan: an analysis of two multicentre prospective observational studies, 2010–2016. *Resuscitation* 114:14–20
20. Goto Y, Watase H, Brown CA et al (2014) Emergency airway management by resident physicians in Japan: an analysis of multicentre prospective observational study: emergency airway management by residents. *Acute Med Surg* 1:214–221
21. Graciano AL, Tamburro R, Thompson AE et al (2014) Incidence and associated factors of difficult tracheal intubations in pediatric ICUs: a report from National Emergency Airway Registry for Children: NEAR4KIDS. *Intensive Care Med* 40:1659–1669
22. Gräsner J-T, Lefering R, Koster RW et al (2016) EuReCa ONE-27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: a prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation* 105:188–195
23. Gräsner J-T, Seewald S, Bohn A et al (2014) Deutsches Reanimationsregister: Wissenschaft und Reanimationsforschung. *Anaesthesist* 63:470–476
24. Gries A, Zink W, Bernhard M et al (2006) Realistic assessment of the physician-staffed emergency services in Germany. *Anaesthesist* 55:1080–1086
25. Grunwell JR, Kamat PP, Miksa M et al (2017) Trend and outcomes of video laryngoscope use across PICUs*. *Pediatr Crit Care Med* 18:741–749
26. Hale JJ, Lynch S, Ray DC, Reid LA (2017) Adolescent tracheal intubation in an adult urban emergency department: a retrospective, observational study. *Eur J Emerg Med* 24:e6–e10
27. Hasegawa K, Hagiwara Y, Chiba T et al (2012) Emergency airway management in Japan: Interim analysis of a multi-center prospective observational study. *Resuscitation* 83:428–433
28. Hasegawa K, Hagiwara Y, Imamura T et al (2013) Increased incidence of hypotension in elderly patients who underwent emergency airway management: an analysis of a multi-centre prospective observational study. *Int J Emerg Med*. <https://doi.org/10.1186/1865-1380-6-12>
29. Hasegawa K, Shigemitsu K, Hagiwara Y et al (2012) Association between repeated intubation attempts and adverse events in emergency departments: an analysis of a multicenter prospective observational study. *Ann Emerg Med* 60:749–754.e2
30. Helm M, Kremers G, Lampl L, Hossfeld B (2013) Incidence of transient hypoxia during pre-hospital rapid sequence intubation by anaesthesiologists. *Acta Anaesthesiol Scand* 57:199–205
31. Imamura T, Brown CA, Ofuchi H et al (2013) Emergency airway management in geriatric and younger patients: analysis of a multicenter prospective observational study. *Am J Emerg Med* 31:190–196
32. Ishizuka M, Rangarajan V, Sawyer TL et al (2016) The development of tracheal intubation proficiency outside the operating suite during pediatric critical

- care medicine fellowship training: a retrospective cohort study using cumulative sum analysis. *Pediatr Crit Care Med* 17:e309–316
33. Jokela J, Nurmi J, Genzwuerker HV, Castrén M (2009) Laryngeal tube and intubating laryngeal mask insertion in a manikin by first-responder trainees after a short video-clip demonstration. *Prehosp Disaster Med* 24:63–66
 34. Kerslake D, Oglesby AJ, Di Rollo N et al (2015) Tracheal intubation in an urban emergency department in Scotland: a prospective, observational study of 3738 intubations. *Resuscitation* 89:20–24
 35. Kim JH, Kim Y-M, Choi HJ et al (2013) Factors associated with successful second and third intubation attempts in the ED. *Am J Emerg Med* 31:1376–1381
 36. Kojima T, Laverriere EK, Owen EB et al (2018) Clinical impact of external laryngeal manipulation during laryngoscopy on tracheal intubation success in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 19:106–114
 37. Langan ML, Emerson BL, Nett S et al (2018) End-tidal carbon dioxide use for tracheal intubation: analysis from the National Emergency Airway Registry for Children (NEAR4KIDS) registry. *Pediatr Crit Care Med* 19:98–105
 38. Le Cong M (2012) Flying doctor emergency airway registry: a 3-year, prospective, observational study of endotracheal intubation by the Queensland Section of the Royal Flying Doctor Service of Australia. *Emerg Med J* 29:249–250
 39. Lee JH, Turner DA, Kamat P et al (2016) The number of tracheal intubation attempts matters! A prospective multi-institutional pediatric observational study. *BMC Pediatr* 16:58
 40. Lossius HM, Sollid SJM, Rehn M, Lockey DJ (2011) Revisiting the value of pre-hospital tracheal intubation: an all time systematic literature review extracting the Utstein airway core variables. *Crit Care* 15:R26
 41. Nett S, Emeriaud G, Jarvis JD et al (2014) Site-level variance for adverse tracheal intubation-associated events across 15 North American PICUs: a report from the national emergency airway registry for children*. *Pediatr Crit Care Med* 15:306–313
 42. Newton A, Ratchford A, Khan I (2008) Incidence of adverse events during prehospital rapid sequence intubation: a review of one year on the London Helicopter Emergency Medical Service. *J Trauma* 64:487–492
 43. Nishisaki A, Ferry S, Colborn S et al (2012) Characterization of tracheal intubation process of care and safety outcomes in a tertiary pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 13:e5–10
 44. Nishisaki A, Marwaha N, Kasinathan V et al (2011) Airway management in pediatric patients at referring hospitals compared to a receiving tertiary pediatric ICU. *Resuscitation* 82:386–390
 45. Nishisaki A, Turner DA, Brown CA et al (2013) A National Emergency Airway Registry for children: landscape of tracheal intubation in 15 PICUs. *Crit Care Med* 41:874–885
 46. Okubo M, Gibo K, Hagiwara Y et al (2017) The effectiveness of rapid sequence intubation (RSI) versus non-RSI in emergency department: an analysis of multicenter prospective observational study. *Int J Emerg Med* 10:1
 47. Pallin DJ, Dwyer RC, Walls RM et al (2016) Techniques and trends, success rates, and adverse events in emergency department pediatric intubations: a report from the National Emergency Airway Registry. *Ann Emerg Med* 67:610–615.e1
 48. Parker MM, Nuthall G, Brown C et al (2017) Relationship between adverse tracheal intubation associated events and PICU outcomes. *Pediatr Crit Care Med* 18:310–318
 49. Rehder KJ, Giuliano JS, Napolitano N et al (2015) Increased occurrence of tracheal intubation-associated events during nights and weekends in the PICU. *Crit Care Med* 43:2668–2674
 50. Rognås L, Hansen TM, Kirkegaard H, Tønnesen E (2013) Pre-hospital advanced airway management by experienced anaesthesiologists: a prospective descriptive study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 21:58
 51. Russi CS, Wilcox CL, House HR (2007) The laryngeal tube device: a simple and timely adjunct to airway management. *Am J Emerg Med* 25:263–267
 52. Sagarin MJ, Barton ED, Chng Y-M et al (2005) Airway management by US and Canadian emergency medicine residents: a multicenter analysis of more than 6,000 endotracheal intubation attempts. *Ann Emerg Med* 46:328–336
 53. Sakles J, Mosier J, Patanwala A, Dicken J (2014) Learning curves for direct laryngoscopy and glidescope® video laryngoscopy in an emergency medicine residency. *West J Emerg Med* 15:930–937
 54. Sakles JC, Chiu S, Mosier J et al (2013) The importance of first pass success when performing orotracheal intubation in the emergency department. *Acad Emerg Med* 20:71–78
 55. Sakles JC, Javedani PP, Chase E et al (2015) The use of a video laryngoscope by emergency medicine residents is associated with a reduction in esophageal intubations in the emergency department. *Acad Emerg Med* 22:700–707
 56. Sakles JC, Mosier J, Chiu S et al (2012) A comparison of the C-MAC video laryngoscope to the Macintosh direct laryngoscope for intubation in the emergency department. *Ann Emerg Med* 60:739–748
 57. Sakles JC, Mosier J, Patanwala AE, Dicken J (2014) Improvement in GlideScope® Video Laryngoscopy performance over a seven-year period in an academic emergency department. *Intern Emerg Med* 9:789–794
 58. Sakles JC, Mosier JM, Patanwala AE et al (2015) The C-MAC® video laryngoscope is superior to the direct laryngoscope for the rescue of failed first-attempt intubations in the emergency department. *J Emerg Med* 48:280–286
 59. Sanders RC, Giuliano JS, Sullivan JE et al (2013) Level of trainee and tracheal intubation outcomes. *Pediatrics* 131:e821–828
 60. Sanders RC, Nett ST, Davis KF et al (2016) Family presence during pediatric tracheal intubations. *JAMA Pediatr* 170:e154627
 61. Sato N, Hagiwara Y, Watase H et al (2017) A comparison of emergency airway management between neuromuscular blockades alone and rapid sequence intubation: an analysis of multicenter prospective study. *BMC Res Notes* 10:6
 62. Schalk R, Seeger FH, Mutlak H et al (2014) Complications associated with the prehospital use of laryngeal tubes—a systematic analysis of risk factors and strategies for prevention. *Resuscitation* 85:1629–1632
 63. Schälte G, Stoppe C, Aktas M et al (2011) Laypersons can successfully place supraglottic airways with 3 minutes of training. A comparison of four different devices in the manikin. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 19:60
 64. Shiima Y, Berg RA, Bogner HR et al (2016) Cardiac arrests associated with tracheal intubations in PICUs: a multicenter cohort study. *Crit Care Med* 44:1675–1682
 65. Sollid SJM, Lockey D, Lossius HM, Pre-hospital advanced airway management expert group (2009) A consensus-based template for uniform reporting of data from pre-hospital advanced airway management. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 17:58
 66. Tarquinio KM, Howell JD, Montgomery V et al (2015) Current medication practice and tracheal intubation safety outcomes from a prospective multicenter observational cohort study. *Pediatr Crit Care Med* 16:210–218
 67. Timmermann A, Byhahn C, Wenzel V et al (2012) Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement. *Anaesth Intensiv* 53:294–308
 68. Tollefsen WW, Brown CA, Cox KL, Walls RM (2013) Two hundred sixty pediatric emergency airway encounters by air transport personnel: a report of the air transport emergency airway management (NEAR VI: “A-TEAM”) project. *Pediatr Emerg Care* 29:963–968
 69. Vassiliadis J, Tzannes A, Hitos K et al (2015) Comparison of the C-MAC video laryngoscope with direct Macintosh laryngoscopy in the emergency department. *Emerg Med Australas* 27:119–125
 70. Wafaisade A, Lefering R, Bouillon B et al (2016) Prehospital administration of tranexamic acid in trauma patients. *Crit Care* 20:143
 71. Walls RM, Brown CA, Bair AE, Pallin DJ (2011) Emergency airway management: a multi-center report of 8937 emergency department intubations. *J Emerg Med* 41:347–354
 72. Wetsch WA, Hellmich M, Spelten O et al (2013) Tracheal intubation in the ice-pick position with video laryngoscopes: a randomised controlled trial in a manikin. *Eur J Anaesthesiol* 30:537–543
 73. Wetsch WA, Schneider A, Schier R et al (2015) In a difficult access scenario, supraglottic airway devices improve success and time to ventilation. *Eur J Emerg Med* 22:374–376
 74. Zwingmann J, Lefering R, Feucht M et al (2016) Outcome and predictors for successful resuscitation in the emergency room of adult patients in traumatic cardiorespiratory arrest. *Crit Care* 20:282