

Morbidität und Sterblichkeit in der Anästhesiologie

Patientensicherheit als Kernkompetenz des Anästhesisten

Fortbildung

Medical Education

Morbidity and lethality in anaesthesiology.

Patient safety as the core competence of anaesthetists

O. Boehm

► **Zitierweise:** Boehm O: Morbidität und Letalität in der Anästhesiologie. Patientensicherheit als Kernkompetenz des Anästhesisten. Anästh Intensivmed 2019;60:488–500. DOI: 10.19224/ai2019.488

Zusammenfassung

Die sehr niedrige anästhesieassoziierte Sterblichkeit von 0,00073–0,00082% in den Industrienationen ist das Ergebnis der Fokussierung des Fachgebietes auf die intraoperative Patientensicherheit. Die kontinuierliche Suche nach Verbesserungsmöglichkeiten, die in Form von besser steuerbaren Pharmaka sowie technischen Innovationen in der apparativen Überwachung und Beatmung systematisch in den klinischen Alltag implementiert worden sind, hat die intraoperativen Gefahren durch die Narkose erheblich reduziert. Diesem Trend steht allerdings eine immer noch hohe perioperative Gesamtsterblichkeit von 0,4–0,8% gegenüber, die möglicherweise eine hohe Zahl von vermeidbaren Todesfällen beinhaltet. Hier kann die Anästhesiologie einen wertvollen Beitrag zur Steigerung der perioperativen Patientensicherheit leisten, indem sie ihre Kompetenzen in Bereichen der Patientenversorgung ausbaut, die sich außerhalb des Operationssaals befinden: Hierzu zählen die Systematisierung der präoperativen Risikoabschätzung mit Erfassung von patienten- und operationsspezifischen Risiken sowie die Einführung einer perioperativen innerklinischen Notfallversorgung. Diese Strukturmaßnahmen ziehen auf ein umfassendes innerklinisches Komplikationsmanagement, das sowohl die Prävention und Früherkennung als auch die gezielte und schnelle Therapie von unerwünschten Ereignissen beinhaltet und somit eine Schlüsselfunktion für ein besseres Überleben im Krankenhaus darstellt.

Summary

Anaesthesia-related mortality of 0.00073–0.00082% in industrial nations is very low and supposed to be the result of anaesthesiologists focussing on intraoperative patient safety. The continuous search for improvements which have been systematically implemented into clinical practice (e.g., new anaesthetics, technical innovations in monitoring and ventilators) has considerably reduced intraoperative risks associated with anaesthesia. However, this encouraging trend is countered by a high overall perioperative mortality rate of 0.4–0.8%, which might include a high number of potentially avoidable deaths. Thus, anaesthesiology aims to contribute to perioperative safety in specific areas of patient care outside the operating theatre: These include systematic assessment of patient- and operation-specific risks as well as the introduction of perioperative emergency care within the hospital. All these measures aim to improve in-house complication management, including prevention, early detection and targeted and rapid treatment of adverse events.

Einleitung

Ziel jeder anästhesiologischen Maßnahme ist eine möglichst sichere intraoperative Patientenversorgung. Das Wissen um die z. T. erheblichen Gefahren einer Narkose prägt das klinische Handeln und hat innerhalb des

Zertifizierte Fortbildung

CME online

BDA- und DGAI-Mitglieder müssen sich mit ihren Zugangsdaten aus dem geschlossenen Bereich der BDA- und DGAI-Webseite unter der Domain www.cme-anesthesiologie.de anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

Schlüsselwörter

Anästhesieassoziierte Sterblichkeit – perioperative Sterblichkeit – Failure-to-Rescue – Perioperatives Komplikationsmanagement – Präoperative Risikoevaluation

Keywords

Anaesthesia-related Mortality – Perioperative Mortality – Failure-to-Rescue – In-house Complication Management – Preoperative Risk Evaluation

Faches Anästhesiologie zu einem besonders ausgeprägten Sicherheitsbewusstsein geführt.

Die erfolgreiche Durchführung immer ausgedehnterer und komplexerer Eingriffe wäre ohne das anästhesiologische Sicherheitsnetz im Operationssaal sicherlich so nicht möglich.

Trotz dieser Erfolge wird die Narkose von den meisten Patienten nach wie vor als gefährlich wahrgenommen [1], und die Frage „Wache ich denn hinterher wieder auf?“ ist fester Bestandteil des anästhesiologischen Aufklärungsdialogs. Bei näherer Betrachtung ist die Beantwortung dieser scheinbar simplen Frage jedoch alles andere als einfach: So stehen Begriffe wie die **anästhesieassoziierte Sterblichkeit** [2,3] anderen Parametern wie der **perioperativen Gesamtsterblichkeit** [4–6] gegenüber. Es liegt die Vermutung nah, dass die Darstellung von Morbidität und Sterblichkeit im Operationssaal allein nicht ausreicht, um die Patientensicherheit aus dem Blickwinkel des Anästhesisten umfassend zu beschreiben.

Einfluss der Anästhesie auf Morbidität und Mortalität: Definitionen

Die Beurteilung, ob ein Krankenhaus ein gutes Behandlungsergebnis erzielt und somit „sicher“ für den Patienten ist, ist häufig schwierig.

Bis heute fehlen allgemeingültige Definitionen, die klar beschreiben, was als perioperatives unerwünschtes Ereignis zu bezeichnen ist und v.a. mit Hilfe welcher Messverfahren dieser Parameter erfasst werden kann. Als Folge existieren unterschiedlichste Begriffe nebeneinander, auch solche, die versuchen, den Einfluss der Anästhesiologie auf die perioperative Sterblichkeit darzustellen:

- So ist ein Versterben im Zusammenhang mit einer Anästhesie definiert als **anästhesieassoziierte Sterblichkeit**.

- Ist die Anästhesie mutmaßlich allein für den Tod verantwortlich, spricht man von der **anästhesiebedingten Sterblichkeit** (Tab. 1).
- Die anästhesiebedingte Sterblichkeit muss wiederum scharf von der **perioperativen Gesamtsterblichkeit** getrennt werden, die die Sterblichkeit in einem definierten Zeitraum beschreibt, ohne auf mögliche Ursachen einzugehen [7].

Auf den ersten Blick suggerieren diese Begriffe, dass der Einfluss der Anästhesie auf die Sterblichkeit leicht messbar ist. Betrachtet man die Literatur zu diesem Thema jedoch genauer, dann werden die Mängel dieser eher groben Begriffsdefinitionen schnell offensichtlich: So variieren zum einen die perioperativen Beobachtungszeiträume vieler Studien erheblich, zum anderen führen auch zahlreiche Unterschiede in der Studienmethodik (Analyse von Sterberegistern, freiwillige Meldebögen etc.) zu sehr uneinheitlichen Ergebnissen [8]. Auch die Versuche, den Einfluss von operativem Fach und Anästhesie auf das Behandlungsergebnis voneinander getrennt zu betrachten (z.B. Edwards-Klassifikation [9]), erweisen sich im klinischen Alltag als wenig hilfreich bzw. nicht umsetzbar. Trotz dieser Mängel lassen sich bei sorgfältiger Betrachtung dieser Studien zahlreiche wichtige Informationen über die Sicherheit der perioperativen Patientenversorgung ableiten.

„Sicher genug?“ – Anästhesieassoziierte Sterblichkeit vs. Gesamtsterblichkeit

Trotz aller medizinischer Fortschritte hat sich die perioperative Sterblichkeit in westlichen Industrienationen in den letzten 10 Jahren kaum verändert und wird weiterhin mit 0,4–0,8% angegeben [4,6].

Das Risiko, perioperativ eine dauerhafte Schädigung oder sogar den Tod zu erleiden, ist somit deutlich höher als allgemein angenommen, und das Krankenhaus bleibt somit insgesamt ein „gefährlicher Bereich“ für den Patienten.

Aufgrund des hohen Sicherheitsbestrebens des Faches Anästhesiologie liegt es nahe, den anästhesiebedingten Anteil herauszuarbeiten. Ergebnisse großer Studien haben in den letzten Jahren gezeigt, dass im Gegensatz zu der oben beschriebenen Gesamtsterblichkeit die anästhesieassoziierte Sterblichkeit erheblich niedriger angesiedelt ist. Drei Studien aus Frankreich, Deutschland und den USA zeigten anhand retrospektiver Analysen von Todesbescheinigungen bzw. Kerndatensätzen eine **anästhesieassoziierte Sterblichkeit** von 0,00047–0,00082% [2,3,10]; ein **anästhesiebedingtes Versterben** war mit 0,000069% noch seltener [3]. Eine

Tabelle 1

Definition von anästhesieassozierter Sterblichkeit, anästhesiebedingter Sterblichkeit und perioperative Sterblichkeit (nach [7]).

Begriff	Definition
Anästhesieassoziierte Sterblichkeit	Perioperatives Versterben im Zusammenhang mit einer Anästhesie. Letztere ist nicht allein für den Tod verantwortlich; mitverursacht wurde sie durch andere Risikofaktoren wie patientenassoziierte Risiken und das chirurgische Risiko (z.B. intraoperativer Myokardinfarkt bei Vollnarkose ohne direkte Einwirkung durch die Anästhesie).
Anästhesiebedingte Sterblichkeit	Durchgeführte oder unterlassene anästhesiologische Maßnahmen sind direkt für den Tod des Patienten verantwortlich (z.B. Medikationsfehler durch Vertauschen von Spritzen mit Todesfolge).
Perioperative Sterblichkeit	Gesamtsterblichkeit im perioperativen Zeitraum, die kausal keinem definierten Ereignis zugeordnet ist.

aktuelle Untersuchung konnte diese Daten bestätigen [11]. Obwohl die direkte Vergleichbarkeit dieser Ergebnisse untereinander durch Unterschiede im Studiendesign etc. erschwert wird, lässt sich doch die Aussage treffen, dass es nicht der intraoperative Einfluss der Anästhesie zu sein scheint, der die im Vergleich deutlich höhere **perioperative Gesamtsterblichkeit** bedingt.

Die Anästhesie ist demnach – zumindest im intraoperativen Bereich – sehr sicher.

„Keine Toten durch die Anästhesie!“ – Patientensicherheit als anästhesiologische Kernkompetenz

Vorbetrachtungen

Zumindest theoretisch können anästhesiologische Maßnahmen bei unsachgemäßer Durchführung Patienten schwere Schäden zufügen oder sogar tödliche Folgen haben. Vor diesem Hintergrund ist das vom britischen Anästhesiologen Robert Macintosh 1949 formulierte Ziel „*There should be no deaths due to anaesthesia!*“ (frei übersetzt: Keine Toten durch die Anästhesie!) zu sehen, an dem sich seither sämtliche Entwicklungen der anästhesiologischen Praxis orientieren [12]. Tatsächlich hat die Fokussierung der Anästhesiologie auf die Patientensicherheit im Operationssaal dazu geführt, dass die anästhesieassoziierte Sterblichkeit in nur 6 Jahrzehnten erheblich abgenommen hat.

- Noch kurz nach Ende des 2. Weltkrieges lag die **anästhesiebedingte Sterblichkeit** in den USA bei 64 Fällen/100.000 Narkosen [13], d.h. hier war häufig eine fehlerhaft durchgeführte Anästhesie allein für den Tod des Patienten verantwortlich. Der gut ausgebildete **Facharzt für Anästhesiologie** war zu diesem Zeitpunkt noch weitgehend unbekannt; vielmehr wurde die Anästhesie oftmals durch Pflegekräfte durchgeführt. Die Überwachung des Patienten erfolgte in erster Linie

- durch klinische Beobachtung und ohne technische Unterstützung.
- Die in den 1970er Jahren in den USA und Australien durchgeführten Erhebungen zur anästhesieassoziierten Sterblichkeit [14,15] zeigten erstmalig einen deutlichen Rückgang auf 79 bzw. 60 Fälle/100.000 Narkosen. Zusätzlich lies die australische Untersuchung einen Rückgang der anästhesiebedingten Todesfälle von 20,9% auf 3,7% erkennen.
 - Tiret und Mitarbeiter konnten dann ein Jahrzehnt später eine Halbierung der anästhesieassoziierten Sterblichkeit auf 26 Fälle/100.000 Narkosen demonstrieren [16].
 - Aktuelle Untersuchungen aus Frankreich und den USA haben schließlich einen weiteren erheblichen Rückgang der Sterblichkeit im Zusammenhang mit einer Anästhesie aufgezeigt. Aktuell liegt die anästhesieassoziierte Sterblichkeit zwischen 0,00073 – 0,00082% [2,3,10,11].

Interessanterweise haben sich die Hauptursachen der anästhesiebedingten Sterblichkeit seit den 1950er Jahren nur unwesentlich verändert (Tab. 2).

Der drastische Rückgang der anästhesiebedingten Sterblichkeit ist letztlich nicht auf veränderte Ursachen zurückzuführen, sondern vielmehr auf deren veränderte Häufigkeit.

Tabelle 2

Häufige Ursachen der anästhesiebedingten Letalität (nach [13,70,71]).

Sicherung der Atemwege unmöglich
Medikationsfehler
unerwünschte Wirkung der Medikation ohne Medikationsfehler
postoperativer Myokardinfarkt
postoperative pulmonale Komplikationen
inadäquate präoperative Vorbereitung
fehlerhafte Durchführung der gewählten Anästhesietechnik
anästhesiologische Komplikationen in der Geburtshilfe

Somit sind es v.a. der Rückgang von perioperativen Komplikationen bzw. deren schnelle und adäquate Therapie, die die heute so niedrige anästhesieassoziierte Sterblichkeit bedingen. Der enorme Zuwachs an pathophysiologischem und pharmakologischem Wissen sowie immer bessere technische Möglichkeiten der Patientenüberwachung haben demnach dazu beigetragen, die Gefahren, die mit einer unsachgemäß angewandten Anästhesie verbunden sind, signifikant zu reduzieren.

Sicherheit durch Standardisierung der anästhesiologischen Ausbildung

Die personelle Ausstattung des Anästhesieteams ist vielleicht die entscheidende Stellschraube, um perioperative Komplikation zu minimieren.

Wie bereits erwähnt, lag die Durchführung und Überwachung einer Narkose noch bis in die 1950er Jahre hinein in den Händen von Pflegekräften [13]. Die Grundlage für eine standardisierte anästhesiologische Betreuung durch einen Facharzt wurde erst durch die Gründung von Fachgesellschaften für Anästhesiologie zunächst auf nationaler [17] und später dann auch internationaler Ebene geschaffen. Hier wurden erstmals Ausbildungsformen festgelegt, normiert und immer wieder an neue Anforderungen angepasst [18]. Parallel dazu wurden Ausbildungskataloge für anästhesiologische Fachpflegekräfte erstellt und stetig verbessert [19]. So führt heute in Deutschland ein Anästhesist, unterstützt von einer anästhesiologischen Fachpflegekraft, die Narkose durch; dabei gilt der Facharztstandard. Parallelnarkosen durch einen einzigen Arzt sind hierzulande aus Sicherheits-, Rechts- und Qualitätsgründen nicht zulässig [20]. Diese Grundpfeiler für eine sichere Narkose werden derzeit allerdings durch einen evidenten Mangel an Fachpflegekräften zunehmend in Frage gestellt. Dieser stellt viele Kliniken schon jetzt vor große organisatorische Probleme, die sich in Zukunft möglicherweise noch verschärfen werden.

Sicherheit durch besser steuerbare Pharmaka

Die noch bis in die 1950er Jahre hin ein weit verbreitete Anwendung von „Schwefeläther“ (Diethylether) als Mononarkotikum wurde nach und nach durch besser steuerbare und weniger gefährliche Narkosedämpfe und -gase abgelöst [21]. Intravenös applizierbare Hypnotika und ultrakurz wirkende Opioide (z.B. Remifentanil) können heute ebenso als eine gut steuerbare Alternative zu volatilen Anästhetika angewendet werden und haben die Einführung der **Totalen Intravenösen Anästhesie** (TIVA) mit vielen Vorteilen für den Patienten möglich gemacht [22]. Auch die früher mit zahlreichen, gelegentlich auch lebensbedrohlichen Nebenwirkungen behafteten Muskelrelaxanzien sind mittlerweile gut verträglich und exzellent steuerbar und lassen sich z. T. sogar spezifisch reversieren (z.B. Beendigung der Rocuroniumwirkung durch Sugammadex [23]). All dies hat maßgeblich die Inzidenz intra- und direkt postoperativer Komplikationen reduziert und zu einem Rückgang der anästhesieassoziierten Morbidität und Letalität beigetragen.

Sicherheit durch standardisierte und bedarfsgerechte Überwachung

Die weitreichendsten Innovationen im Bereich der Anästhesiologie betreffen wohl die apparative Patientenüberwachung.

Hier scheinen die technischen Möglichkeiten aus heutiger Sicht noch lange nicht ausgeschöpft – allerdings besteht dadurch die Gefahr, dass die hoch effektive, rein klinisch-symptomatische Überwachung des Patienten (z.B. durch Beurteilung der Narkosestadien nach Guedel [24]) immer weniger zur Anwendung kommt.

So liefern heute die automatisierte Blutdruckmessung bzw. das EKG zuverlässige Aussagen über die Herz-Kreislauf-funktion des Patienten, und sowohl die Pulsoxymetrie als auch die Kapnographie

sind entscheidend an der Früherkennung von respiratorischen Komplikationen beteiligt. Die technische Ausstattung des anästhesiologischen Arbeitsplatzes wird mittlerweile durch nationale und internationale Fachgesellschaften standardisiert. Diese Empfehlungen besitzen verbindlichen Charakter und werden regelmäßig an neue Anforderungen angepasst (Tab. 3) [25].

Bei Einsatz einer apparativen Patientenüberwachung ist es entscheidend, die Geräte niemals zum Selbstzweck einzusetzen, sondern individuell und bedarfsgerecht anzupassen. Mit Ausnahme des Basismonitorings (Tab. 3), das nahezu „nebenwirkungsfrei“ bei jeder Anästhesie angewendet werden soll, ist daher bei allen Formen des erweiterten Monitorings, die mit einer spezifischen Morbidität einhergehen, eine individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung durchzuführen.

Trotz aller technischen Fortschritte darf die zentrale Bedeutung der klinisch-symptomatischen Überwachung nicht vergessen werden [24]. Diese ergänzt bei entsprechender Erfahrung des Anwenders sinnvoll das technische Monitoring und dient der Plausibilitätsprüfung.

„Kenne Deine Patienten!“ – Risiko durch Vorerkrankungen und Alter

Große Studien haben gezeigt, dass ein hohes Patientenalter einen unabhängigen Risikofaktor für sowohl für die anästhesieassoziierte als auch für die perioperative Sterblichkeit insgesamt darstellt [26].

Dagegen weisen jüngere Patienten ohne relevante Vorerkrankungen eine deutlich geringere perioperative Sterblichkeit auf [27]. Auch die präoperativ bestimmte ASA (American Society of Anesthesiologists)-Klasse zeigt eine Zunahme der anästhesieassoziierten Sterblichkeit in Abhängigkeit von Anzahl und Schwere der Vorerkrankungen. Zwar wird die **ASA-Klassifikation** oft als eine eher subjektive Form der Patientenevaluation kritisiert, sie korreliert allerdings gut mit dem Gesamtrisiko für perioperative Komplikationen und Versterben [28], da sie v.a. prognose-relevante Vorerkrankungen erfasst. So sind chronische Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Anämie, Adipositas, Leberzirrhose, glykämische Variabilität, Infektion mit multiresistenten Keimen, arterieller Hypertonus bzw. COPD direkt mit einer erhöhten perioperativen Morbidität und Letalität assoziiert [29–37].

Tabelle 3

Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz (nach [25]).

		Arbeitsplatz ¹	verfügbar ²
essenziell	Anästhesiesystem	x	
	patientennahe Atemgasmessung	x	
	Pulsoxymeter	x	
	EKG-Monitor	x	
	Blutdruckmessung	x	
	Körpertemperaturmessung		x
	Relaxometer		x
	Blutzuckermessgerät		x
	Defibrillator		x
empfohlen	Anästhesiebeatmungsgerät	x	
	oszillometrische Blutdruckmessung	x	

¹ Ausstattung wird unmittelbar am Arbeitsplatz benötigt.

² Ausstattung sollte im Bedarfsfall in angemessener Zeit in Anspruch genommen werden können (z.B. auch bei Aufstellung in anderen Bereichen).

Da sich alte und multimorbide Patienten in den westlichen Industrieregionen immer häufiger hoch invasiven Eingriffen unterziehen, besteht zumindest theoretisch die Gefahr, dass sich die anästhesieassoziierte Sterblichkeit in Zukunft wieder erhöhen könnte. Die exakte Kenntnis der patientenassoziierten Risiken ist demnach essenziell für eine sichere perioperative Versorgung.

„Kenne die Operationsrisiken!“ – Sterblichkeitsrisiko chirurgischer Eingriffe

Patientenassoziierte Risiken dürfen im Rahmen der perioperativen Risikoevaluation niemals isoliert betrachtet werden, zumal das individuelle Gesamtrisiko auch durch die Art und das Ausmaß der operativen Prozedur beeinflusst wird.

Die präoperative Abschätzung des Operationsrisikos ist nur schwer möglich, da eine Vielzahl von Größen wie die Dringlichkeit des Eingriffs, der angenommene Blutverlust, die Dauer und Invasivität des Eingriffs und nicht zuletzt die Expertise des Operateurs [38,39] das Behandlungsergebnis beeinflussen.

Als grobe Annäherung hat sich aber die Abschätzung des Risikos für ein kardiovaskulär bedingtes Versterben oder einen perioperativen Myokardinfarkt innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ etabliert [40]. In diesem Zusammenhang wurden Eingriffe mit niedrigem, intermediärem bzw. hohem Risiko identifiziert, was präoperativ zur Abschätzung des perioperativen Gesamtrisikos herangezogen werden kann (Tab. 4).

„Schließe Lücken in der Präventionskette!“ – Sicherheit durch strukturiertes innerklinisches Komplikationsmanagement

Patientensicherheit wird klassischerweise durch eine statistische Beurteilung des Behandlungsergebnisses beurteilt. Diese im englischen Sprachgebrauch als *Outcome* bezeichnete Größe kann zum einen durch den

Tabelle 4

30-Tage-Risiko für kardiovaskulär bedingtes Versterben oder einen postoperativen Myokardinfarkt ohne Berücksichtigung von Co-Morbiditäten (nach [40]).

niedriges Risiko: <1%	mittleres Risiko: 1–5%	hohes Risiko: >5%
oberflächliche Chirurgie	intraperitoneal: Splenektomie, Hiatushernie, Cholezystektomie	aortale und große Gefäßchirurgie
Operationen an der Brust	symptomatische A. Carotis-OP	offene Revaskularisation der unteren Extremität oder Amputation oder Thrombendarteriektomie
Zähne	periphere arterielle Angioplastie	Leberresektion, Eingriffe an den Gallenwegen
endokrin: Thyroidea	endovaskuläre Aneurysmatopographie	Ösophagoektomie
Auge	Kopf- und Nackenchirurgie	Reparatur einer Darmperforation
rekonstruktive Eingriffe	große neurologische und orthopädische Eingriffe (Hüftgelenk und Wirbelsäule)	Adrenalektomie
asymptomatische A. Carotis-OP	große urologische und gynäkologische Eingriffe	totale Zystektomie
kleine gynäkologische Eingriffe	Nierentransplantation	Pneumonektomie
kleine orthopädische Eingriffe	kleinere intrathorakale Eingriffe	Leber- und Lungentransplantation
kleine urologische Eingriffe (z.B. TUR-Prostata)		

härtesten Endpunkt, nämlich die perioperative Sterblichkeit dargestellt werden.

Hierbei gibt die **Mortalität** die Anzahl der Todesfälle bezogen auf die Gesamtzahl einer untersuchten Population an, und die **Letalität** beschreibt das Verhältnis der Todesfälle zur Anzahl der Erkrankten. Ebenso werden mögliche Probleme in der perioperativen Patientenversorgung mit Hilfe der **Komplikationsrate** (adverse events) beurteilt. Nahezu allen Untersuchungen zu diesem Thema ist gemein, dass die festgestellten Sterblichkeits- und Komplikationsraten höher lagen als ursprünglich angenommen und dass bei genauer Analyse der Gründe für ein schlechtes Behandlungsergebnis ein sehr hoher Anteil von **vermeidbaren Komplikationen** (preventable adverse events) festgestellt werden konnte [41]. Diese wiederum können zu einer dauerhaften Schädigung oder sogar zum Tod führen, was die Brisanz dieser Daten unterstreicht. So beschreibt die

internationale ISOS-Studie eine perioperative Komplikationsrate von 16,8% [5]; werden empfindlichere Untersuchungsmethoden angewendet, so steigt dieser Wert bis auf das 10-Fache an [42,43]. Die nach wie vor hohe perioperative Sterblichkeit wird also maßgeblich von vermeidbaren schweren Komplikationen mit Todesfolge verursacht. Folglich ist es geboten, mit möglichst einfachen und validen Methoden zu untersuchen, wie Komplikationen im Krankenhaus entstehen und welche Konsequenzen diese nach sich ziehen.

Interessanterweise scheint in diesem Zusammenhang vor allem die Bestimmung der Komplikationsrate problematisch zu sein. Ghaferi et al. konnten in ihrer retrospektiven Datenbankanalyse zur perioperativen Letalität zeigen, dass sich die Komplikationsrate zwischen den nach Krankenhaussterblichkeit geordneten Quintilen nicht unterschied [44] und auch schwere Komplikationen gleichmäßig innerhalb der Quintile verteilt waren. Diese zeigt, dass Qualitätsunterschiede zwischen Kranken-

häusern mit Hilfe der Komplikationsrate nicht – wie allgemein angenommen – sicher diskriminiert werden können. Unterschiede werden erst dann deutlich, wenn die Folgen der Komplikationen (z.B. Versterben) erfasst werden. Das Verhältnis von schweren Komplikationen mit Todesfolge zu allen schweren Komplikationen wird hierbei als **Failure-to-Rescue** bezeichnet und konnte auch in anderen Studien als zuverlässiger Indikator für eine unzureichende perioperative Versorgung dargestellt werden [45]. Eine wesentliche Erkenntnis aus diesen Arbeiten ist außerdem, dass ein hoher Failure-to-Rescue-Wert in kleineren Krankenhäusern häufiger auftritt. Dies lässt vermuten, dass eine hohe perioperative Sterblichkeit maßgeblich durch Defizite im innerklinischen Komplikationsmanagement verursacht wird.

Folgende Ursachen werden hierfür angeführt:

- Mangelnde Kenntnis von Komplikationen und ihren Ursachen
- Inadäquate Evaluation von patienten- und operationsassoziierten Risiken
- Fehlende Präventionsstrategie
- Unzureichende Möglichkeiten der Früherkennung und früher Therapie
- Insuffiziente innerklinische Notfallversorgung bei Auftreten von schweren Komplikationen.

Einen Überblick über typische perioperative Komplikationen gibt Tabelle 5 mit Daten aus ISOS [5].

In Bezug auf ihren klinischen Verlauf lassen sich perioperative Komplikationen in zwei Gruppen gliedern:

- Die größte Gruppe von Komplikationen tritt als Folge von **Infektionen** auf und trägt auch heute noch maßgeblich zur perioperativen Sterblichkeit bei. Neben der Entwicklung von multiresistenten Keimen sind solche infektionsassoziierten Komplikationen auch deshalb problematisch, weil sie sich häufig klinisch zunächst unauffällig präsentieren. Tritt schließlich eine systemische Infektion auf, ist in der Regel bereits ein lebensbedrohliches Ausmaß der Erkrankung mit einer hohen Sterblichkeit erreicht.

Tabelle 5

Typische postoperative Komplikationen (nach ISOS [5]).

schwere Komplikationen	Inzidenz (%)	relative Sterblichkeit (%)
infektionsassoziiert:		
Pneumonie	1,6	7,8
tiefe Wundinfektion	1,3	4,9
Körperhöhleninfektion	0,8	7,0
systemische Infektion	0,9	11,5
akutes Nierenversagen	1,7	9,8
ischämieassoziiert:		
Schlaganfall	0,2	16,2
Myokardinfarkt	0,3	18,7
gerinnungsassoziiert:		
Lungenembolie	0,2	6,4
postoperative Blutung	3,0	4,0

- Die zweite Gruppe umfasst **kariovaskuläre Komplikationen** und **gerinnungsassoziierte Störungen** in der direkten postoperativen Phase. Diese sind im Vergleich zu Infektionen seltener, gehen aber mit einer hohen Sterblichkeitsrate einher (z.B. postoperativer Myokardinfarkt). Nichtsdestotrotz werden all diese Komplikationen mittlerweile immer früher erkannt und können daher zunehmend besser beherrscht werden [46].

All dies belegt die Notwendigkeit, die Aufmerksamkeit während des gesamten perioperativen Prozesses auf mögliche postoperative Komplikationen zu lenken, auch wenn diese zunächst undramatisch erscheinen bzw. mit zeitlicher Latenz z.B. auf der Normalstation auftreten. So wird aus dem modernen Anästhesisten in zunehmendem Maße ein Perioperativer Mediziner, der sich durch Erweiterung seines Arbeitsumfeldes um Patientensicherheit bemüht.

Die Komplettierung der innerklinischen Präventionskette

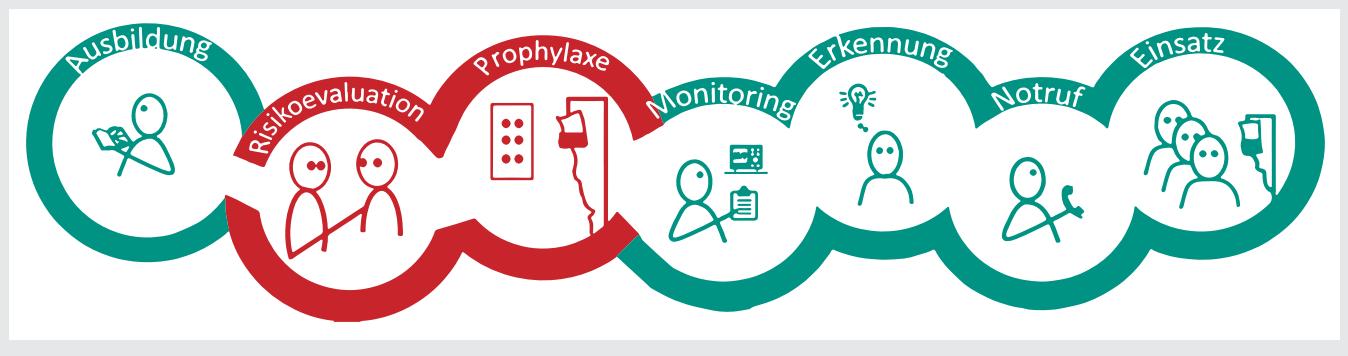
Vorbetrachtungen

Die Beherrschung von lebensbedrohlichen Komplikationen ist für den Anästhesiologen integraler Bestandteil seiner klinischen Tätigkeit. Zudem hat die breite Besetzung der Notarztsysteme in Deutschland durch Anästhesisten dazu geführt, dass Strukturen der präklinischen Notfallversorgung nahezu überall als **innerklinische Rettungskette** in das Krankenhaus übertragen worden sind.

Die von Smith et al. beschriebene **Chain of Prevention** beschreibt in diesem Zusammenhang die Anforderungen an ein effizientes innerklinisches Notfallmanagement [47]. So wird zentral eine gute Ausbildung des Teams gefordert, die die Grundlage für eine sich anschließende Kette aus Überwachung, Früherkennung von Komplikationen, Alarmierung und anschließender Therapie der aufgetretenen Komplikation bildet (Abb. 1). Die Chain of Prevention ist mittlerweile in vielen deutschen Krankenhäusern etabliert, sei es in Form eines Notfall- oder aber eines Reanimationsteams. Dennoch stößt die Effektivität dieses Ansatzes selbst bei optimaler Etablierung an Grenzen: So konnte für den postoperativen Myokardinfarkt, der unbehandelt

Abbildung 1

Erweiterte Präventionskette für die innerklinische Bekämpfung von Komplikationen (nach [47]).



eine Letalität von 18% aufweist, gezeigt werden, dass die schnelle Intervention durch einen Kardiologen die Überlebenswahrscheinlichkeit verdoppelt [46]. Dennoch ist selbst unter diesen Optimalbedingungen keine weitere Verbesserung mehr möglich, und die Letalität trotz Akutbehandlung bleibt mit 8,9% sehr hoch. Die Beobachtung, dass die kurzfristige Sicherung des Überlebens nicht unbedingt mit einem besseren Langzeitüberleben vergesellschaftet sein muss, haben v.a. Studien aus der innerklinischen Reanmatologie gezeigt [48]. Treten schwere Komplikationen also erst einmal auf, so beeinflussen sie das Überleben der Patienten erheblich, selbst wenn kurzfristig ein Therapieerfolg erzielt werden kann. Dies lässt sich auch bei schweren infektiösen Komplikationen (z.B. mit pulmonaler Beteiligung) nachweisen: selbst wenn diese zunächst beherrscht werden, haben betroffene Patienten im Nachbeobachtungszeitraum von 5.000 Tagen ein schlechteres Überleben als solche ohne postoperative Komplikationen [49].

Gefährdete Patienten müssen identifiziert und behandelt werden, noch bevor sich Krankheitssymptome manifestieren bzw. sich ein lebensbedrohlicher Zustand entwickelt.

Dieser Forderung kommt die Etablierung von so genannten **Medical Emergency Teams** (MET) in die innerklinische Not-

fallversorgung nach. Auf der Basis von deutlich weiter gefassten und klar definierten Ruf- und Alarmierungskriterien (Tab. 6) werden Spezialisten herangezogen, die im Idealfall zu einem frühen Zeitpunkt therapeutisch intervenieren. Aktuelle Untersuchungen belegen, dass diese Maßnahme zu einem signifikanten Rückgang der innerklinischen Reanimationen führen kann [50]. Allerdings geht die Einführung von MET nicht mit einem Überlebensvorteil für die meisten Patienten einher [51]. Dies lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass die Rufkriterien oftmals bereits klinischen Symptomen schwerer postoperativer Komplikationen entsprachen, was per se zu keiner Verbesserung der Überlebensrate führen konnte. Folglich muss v.a. im Kollektiv der Hochrisikopatienten die Chain of Prevention um zwei weitere Kettenglieder erweitert werden: der **strukturierten präoperativen Risikoevaluation**

sowie den **systematischen Einsatz von prophylaktischen Maßnahmen** zur Komplikationsvermeidung.

„Risikoauklärer oder Risikoau-decker?“ – strukturierte präoperative Risikoevaluation

Wie eingangs erwähnt, hängt die perioperative Sterblichkeit in hohem Maß von patientenassoziierten Risiken ab. Erst die Kenntnis der individuellen Risiken, die der einzelne Patient zusätzlich zu seiner Grunderkrankung aufweist, macht eine maßgeschneiderte Form der Prävention von perioperativen bzw. anästhesieassoziierten Komplikationen möglich. Folglich darf der Anästhesist bei Erstkontakt mit seinem Patienten nicht allein als „Risikoauklärer“ auftreten. Die Klärung der Frage „Wie gefährlich ist die Anästhesie für den Patienten?“ ist zwar juristisch gefordert, trägt aber in keiner Weise zur Senkung des periope-

Tabelle 6

Alarmierungskriterien für das Medizinische Notfallteam (nach SOP KAI, UKBonn).

Akute Veränderungen des klinischen Zustandes des Patienten	
Atemwege	Gefahr einer Atemwegsverlegung
Atmung	<ul style="list-style-type: none"> • Atemstillstand • Atemfrequenz <5/min • Atemfrequenz >36/min
Kreislauf	<ul style="list-style-type: none"> • Kreislaufstillstand • Pulsfrequenz <40/min • systolischer Blutdruck <90 mmHg
Neurologie	<ul style="list-style-type: none"> • plötzliche Bewusstseinseintrübung • wiederholte oder länger andauernde zerebrale Krampfanfälle
Weiteres	<ul style="list-style-type: none"> • jeder Patient, um den Sie akut besorgt sind!

rativen Risikos bei. Vielmehr muss der Anästhesist patientenassoziierte Risiken zu einem möglichst frühen Zeitpunkt erfassen.

Der „Risikoauflärer“ muss zum „Risikoauflöser“ werden, zumal Hochrisikopatienten durch eine strukturierte Risikoevaluation vor dem operativen Eingriff sicher identifiziert werden können.

Zu diesem Zweck müssen die in der Anästhesieambulanz angewandten Methoden der Risikoevaluation möglichst klar definiert und evidenzbasiert sein und sich an aktuellen Leitlinien orientieren [40]. Zur präoperativen Erfassung des **kardiovaskulären Risikos** wird folgendes Vorgehen empfohlen [52]:

- Zunächst erfolgt die Erfassung der körperlichen Leistungsfähigkeit mit Hilfe der Bestimmung der Metabolischen Äquivalente (MET). Werte unter einem Wert von 4 weisen auf eine eingeschränkte Belastbarkeit hin und können mit relativ einfachen Fragen bei noch mobilen Patienten ermittelt werden (Treppensteinen <2 Etagen hochlaufen korrelieren gut mit einem MET <4) [53].

- Anschließend soll ein gut validierter Risikoscore für kardiovaskuläres Versterben abgefragt werden, z.B. der **modified Revised Cardiac Risk Index** (mRCRI) [54] oder der Online-Kalkulator des **Myocardial Injury and Cardiac Arrest** (MICA)-Modells mit einem noch höheren prädiktiven Wert für kardiale Komplikationen [55].
- Nun folgt die Abschätzung des operativen Risikos anhand beschriebener Tabellen (s. o.), sodass sich zuletzt in relativ kurzer Zeit und ohne apparative Diagnostik das individuelle kardiovaskuläre Risiko des Patienten erschließt.
- Basierend auf den Ergebnissen der o. g. Untersuchungen lässt sich nun auch festlegen, ob weitere diagnostische Maßnahmen präoperativ notwendig sind (Tab. 7) [52,56,57].

Analog lassen sich auch das Risiko für **postoperative pulmonale Komplikationen** (ARISCAT-Score) [58] oder für **Übelkeit und Erbrechen** (Apfel-Score) [59] ermitteln. Ziel all dieser Maßnahmen ist die Individualisierung der Befunde und der sich daraus ergebenden präoperativen Diagnostik. So können überflüssige Untersuchungen vermieden werden, und ein wesentlicher Schritt vom teuren

und wenig aussagekräftigen Screening hin zur individualisierten Risikoevaluation ist vollzogen.

Systematischer Einsatz von prophylaktischen Maßnahmen

Basierend auf den Ergebnissen der präoperativen Risikoevaluation kann nun festgelegt werden,

- ob relevante Vorerkrankungen noch therapeutisch optimiert werden können/müssen,
- welche Anästhesieform für den Patienten mit den wenigen Risiken behaftet ist,
- welche perioperative Form der Überwachung notwendig ist und
- welche besonderen intraoperativen Maßnahmen notwendig sind.

Im Idealfall ist der präoperative Ablauf so organisiert, dass der anästhesiologische Erstkontakt mit dem Patienten bereits kurz nach der Indikationsstellung zur OP erfolgt.

Prophylaktische Maßnahmen wie die Optimierung Modifikation einer vorbestehenden β-Blocker-Therapie bzw. die gezielte Behandlung einer Eisenmangelanämie lassen sich so zeitgerecht durchführen, ohne dass der geplante Operationstermin verzögert wird [57].

Tabelle 7

Präoperative Evaluation des kardiovaskulären Risikos und sich daraus ergebende weitere diagnostische Maßnahmen (nach [56]).

Evaluation			Maßnahme			
chirurgisches Risiko	funktionelle Kapazität	Zahl der klinischen Risikofaktoren	Ruhe-EKG	Ruhe-TTE	Belastungs-Bildgebung	BNP, Troponin
niedriges Risiko (<1%)		keine	Nein	Nein	Nein	Nein
		≥ 1	kann erwogen werden	Nein	Nein	Nein
intermediäres (1–5%) oder hohes (>5%) Risiko	exzellent oder gut	keine	kann erwogen werden Alter >65	nur bei hohem Risiko	nur bei hohem Risiko	nur bei hohem Risiko
intermediäres Risiko (<1%)	schlecht	keine	kann erwogen werden	Nein	kann erwogen werden	Nein
		≥ 1	Ja	Nein	kann erwogen werden	kann erwogen werden
hohes Risiko (>5%)	schlecht	1–2	Ja	kann erwogen werden	kann erwogen werden	kann erwogen werden
		≥ 3	Ja	kann erwogen werden	Ja	kann erwogen werden

Weitere Standardisierung der intraoperativen anästhesiologischen Patientenversorgung durch Implementierung von zielgerichteten Therapiekonzepten (Goal Directed Therapy)

Gerade bei der Versorgung von kardialen Hochrisikopatienten hat sich gezeigt, dass die intraoperative Anwendung von protokollbasierten zielgerichteten Therapiekonzepten zur hämodynamischen Optimierung die Prognose verbessern kann. Dabei steht die kontinuierliche Bestimmung des Herzzeitvolumens als Hauptdeterminante des Sauerstoffangebots (z.B. mit Hilfe der Pulskonturanalyse) im Mittelpunkt. Parallel erfasste dynamische Kreislaufparameter wie die Schlagvolumen- bzw. die Pulsdruckvariation lassen valide Aussagen über die Volumenreagibilität zu, sodass das Herzzeitvolumen durch definierte Flüssigkeitsboli protokollbasiert und zielgerichtet bis in einen vorher festgelegten Bereich gesteigert werden kann [61–63]. Gelingt dies nicht bzw. persistieren hypotone Kreislaufverhältnisse, so ist der zusätzliche Einsatz von Vasopressoren bzw. Inotropika in Betracht zu ziehen. Dieses Vorgehen wird im Sinne einer **Goal Directed Therapy** in aktuellen Leitlinien zur perioperativen Versorgung kardialer Risikopatienten als Klasse IIa-Empfehlung aufgeführt [40].

Verbesserung der Schnittstellen: erneute Risikoevaluation nach der OP, strukturierte Übergabe und postoperative anästhesiologische Visite

Auch eine strukturierte präoperative Risikoevaluation wird dem oftmals dynamischen Verlauf eines operativen Eingriffs nicht immer gerecht. Unerwartet auftretende Probleme (z.B. eine Massenblutung oder deutliche Ausweitung des operativen Vorgehens) können das postoperative Komplikationsrisiko erhöhen und eine Neubewertung desselben erforderlich machen. Dies kann beispielsweise mit Hilfe des klinisch einfach und schnell durchführbaren **Surgical APGAR** (sAPGAR) erfolgen und als objektive Entscheidungshilfe für die Planung der weiteren postoperativen Versorgung hilfreich sein [64].

Ein auch aus dem Crew Ressource Management (CRM) bekanntes Problem ist der Verlust an relevanten Informationen bei Teamwechseln.

Hier konnte intraoperativ gezeigt werden, dass gerade bei längeren und komplexen Operationen jeder anästhesiologische Teamwechsel das Behandlungsergebnis verschlechtert [65]. Als Hauptursache hierfür wird der Verlust von wichtigen Informationen während der Übergabe postuliert. Informationen können jedoch auch postoperativ, z.B. bei der Übergabe des Patienten im Auf-

wachraum bzw. auf der Intensivstation, verloren gehen. Um dies zu vermeiden, ist die Implementierung einer strukturierten Übergabe essenziell. Das SBAR-Konzept legt hierfür eine definierte, thematisch geordnete Reihenfolge für die Übermittlung von Informationen fest [66]:

- **S** – „Situation“
- **B** – „Background“
- **A** – „Assessment“
- **R** – „Recommendation“

Dieses von der WHO [67] empfohlene Vorgehen kann bei korrekter Anwendung den Informationsverlust bei Patientenübergabe vermindern [68] und dazu beitragen, postoperative Komplikationen bis hin zu Todesfällen zu reduzieren [67,68]. Somit sollte dieses Konzept möglichst flächendeckend in Krankenhäusern implementiert sein, um die Patientenversorgung zu verbessern.

Die perioperative Evaluation von Komplikationsrisiken bestimmt Art und Umfang der postoperativen Überwachung – nicht nur auf der Intensivstation. Da sich viele postoperative Komplikationen erwiesenmaßen nach einer klinisch asymptomatischen Phase auf der Normalstation entwickeln, kann es sinnvoll sein, Hochrisikopatienten postoperativ von anästhesiologischer Seite dort zu visitieren. So konnte gezeigt werden, dass durch ein für diesen Zweck etabliertes, zumeist aus Anästhesisten und Intensivmedizinern bestehendes **Outreach-Team** die Wiederaufnahmerate auf die Intensivstation sowie die Sterblichkeit im

Krankenhaus signifikant gesenkt werden konnte [69]. Hier bleibt zu betonen, dass ein solches Vorgehen die sorgfältige postoperative Versorgung der Patienten durch den chirurgischen Partner nicht ersetzen kann, sondern allenfalls ergänzt. Dabei muss das Outreach-Team strukturell in die Notfallversorgung des Krankenhauses eingebettet sein: Werden z.B. kleinere Auffälligkeiten detektiert, wird umgehend der operative Stationsarzt informiert; bei schweren Komplikationen dagegen erfolgt die Alarmierung eines MET bzw. des Reanimationsteams. Die Ergebnisse großer multizentrischer Studien zum Erfolg einer solchen Maßnahme stehen allerdings noch aus.

Schlussfolgerung

Die anästhesieassoziierte Sterblichkeit liegt aktuell bei 0,00049–0,00082% und unterstreicht damit die Sicherheit der modernen Anästhesiologie. Bedauerlicherweise steht dem eine nach wie vor hohe perioperative Gesamtsterblichkeit gegenüber, die in vielen Fällen durch das Auftreten von perioperativen Komplikationen bedingt ist. Aus anästhesiologischer Sicht lässt sich dieses Problem durch die Implementierung einer erweiterten innerklinischen Präventionskette angehen, die folgende Punkte umfasst:

- Sehr gute Ausbildung aller an der perioperativen Versorgung beteiligten Personen
- Strukturierte und individualisierte präoperative Risikoevaluation, die die Grundlage für das weitere perioperative Vorgehen bildet
- Intraoperative Umsetzung von Maßnahmen zur weiteren Risikoreduktion
- Re-Evaluation des Risikos am Ende der Operation (mit Hilfe von validierten Scores)
- Implementierung einer strukturierten Patientenübergabe in den klinischen Alltag
- Strukturiertes postoperatives Komplikationsmanagement mit Möglichkeiten zur Früherkennung, gezielten Alarmierung und schließlich einer adäquaten Therapie der postoperativen Komplikation durch einen Spezialisten.

Durch die Bündelung dieser Maßnahmen kann die perioperative Komplikationsrate und somit die Gesamtsterblichkeit gesenkt werden. Dem Anästhesisten fällt hier als „perioperativem Mediziner“ bei der Implementierung und konsequenten Umsetzung eine Schlüsselfunktion zu.

Literatur

1. Hernandez-Palazon J, Fuentes-Garcia D, Falcon-Arana L, Roca-Calvo MJ, Burguillos-Lopez S, Domenech-Asensi P, et al: Assessment of Preoperative Anxiety in Cardiac Surgery Patients Lacking a History of Anxiety: Contributing Factors and Postoperative Morbidity. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2018;32:236–244
2. Li G, Warner M, Lang BH, Huang L, Sun LS: Epidemiology of anesthesia-related mortality in the United States 1999–2005. *Anesthesiology* 2009;110:759–765
3. Lienhart A, Auroy Y, Pequignot F, Benhamou D, Warszawski J, Bovet M, et al: Survey of anesthesia-related mortality in France. *Anesthesiology* 2006;105:1087–1097
4. Gawande AA, Thomas EJ, Zinner MJ, Brennan TA: The incidence and nature of surgical adverse events in Colorado and Utah in 1992. *Surgery* 1999;126:66–75
5. International Surgical Outcomes Study Group: Global patient outcomes after elective surgery: prospective cohort study in 27 low-, middle- and high-income countries. *Br J Anaesth* 2016;117:601–609
6. Kable AK, Gibberd RW, Spigelman AD: Adverse events in surgical patients in Australia. *Int J Qual Health Care* 2002;14:269–276
7. Gottschalk A, Van Aken H, Zenz M, Standl T: Is anesthesia dangerous? *Dtsch Arztbl Int* 2011;108:469–474
8. Rosenberger P, Drexler B: Development of Anaesthesia-Related Mortality and Impact On Perioperative Outcome. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2017;52:486–497
9. Holland R: Anaesthetic mortality in New South Wales. *Br J Anaesth* 1987;59:834–841
10. Schiff JH, Welker A, Fohr B, Henn-Beilharz A, Bothner U, Van Aken H, et al: Major incidents and complications in otherwise healthy patients undergoing elective procedures: results based on 1.37 million anaesthetic procedures. *Br J Anaesth* 2014;113:109–121
11. Pollard RJ, Hopkins T, Smith CT, May BV, Doyle J, Chambers CL, et al: Perianesthetic and Anesthesia-Related Mortality in a Southeastern United States Population: A Longitudinal Review of a Prospectively Collected Quality Assurance Data Base. *Anesth Analg* 2018;127:730–735
12. Macintosh RR: Deaths under anaesthetics. *Br J Anaesth* 1949;21:107–136
13. Beecher HK, Todd DP: A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 599, 548 anesthesias in ten institutions 1948–1952, inclusive. *Ann Surg* 1954;140:2–35
14. Marx GF, Mateo CV, Orkin LR: Computer analysis of postanesthetic deaths. *Anesthesiology* 1973;39:54–58
15. Harrison GG: Death attributable to anaesthesia. A 10-year survey (1967–1976). *Br J Anaesth* 1978;50:1041–1046
16. Tiret L, Desmonts JM, Hatton F, Vourch G: Complications associated with anaesthesia – a prospective survey in France. *Can Anaesth Soc J* 1986;33:336–344
17. Schuetter J: 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. Tradition und Innovation. Berlin: Springer 2003
18. Gambill BD: American Society of Anesthesiologists' lifeline to learning. *Anesthesiology* 2014;120:7–9
19. Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M: Thiemes Intensivpflege und Anästhesie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 2006
20. Erneute gemeinsame Stellungnahme des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten (BDA) und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) zu Zulässigkeit und Grenzen der Parallelverfahren in der Anästhesiologie („Münsteraner Erklärung II 2007“). *Anästh Intensivmed* 2007;48:223–229
21. Eger EI, 2nd, Saidman LJ, Brandstater B: Minimum alveolar anesthetic concentration: a standard of anesthetic potency. *Anesthesiology* 1965;26:756–763
22. Nadstawek J, Hausmann D, Schüttler J, Lauven PM, Fodisch M: The recovery period following total intravenous anesthesia using propofol and alfentanil versus inhalation anesthesia using nitrous oxide and enflurane at 1.3 MAC. *Anästh Intensivther Notfallmed* 1990;25:322–326
23. Brull SJ, Naguib M: Selective reversal of muscle relaxation in general anesthesia: focus on sugammadex. *Drug Des Devel Ther* 2009;3:119–129
24. Guedel AE: Inhalation anesthesia: a fundamental guide. New York: Macmillan 1937

25. Beck G: Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anästh Intensivmed* 2013;54:39–42
26. Hansen PW, Gislason GH, Jorgensen ME, Kober L, Jensen PF, Torp-Pedersen C, et al: Influence of age on perioperative major adverse cardiovascular events and mortality risks in elective non-cardiac surgery. *Eur J Intern Med* 2016;35:55–59
27. Gabriel RA, Sztain JF, A'Court AM, Hylton DJ, Waterman RS, Schmidt U: Postoperative mortality and morbidity following non-cardiac surgery in a healthy patient population. *J Anesth* 2018;32:112–119
28. Menke H, Klein A, John KD, Junginger T: Predictive value of ASA classification for the assessment of the perioperative risk. *Int Surg* 1993;78:266–270
29. Bluth T, Pelosi P, de Abreu MG: The obese patient undergoing nonbariatric surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2016;29:421–429
30. Dhatariya K, Levy N, Hall GM: The impact of glycaemic variability on the surgical patient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2016;29:430–437
31. Einav S, Wiener-Well Y: Anesthesia in patients with infectious disease caused by multi-drug resistant bacteria. *Curr Opin Anaesthesiol* 2017;30:426–434
32. Meersch M, Schmidt C, Zarbock A: Patient with chronic renal failure undergoing surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2016;29:413–420
33. Ruscic KJ, Grabitz SD, Rudolph MI, Eikermann M: Prevention of respiratory complications of the surgical patient: actionable plan for continued process improvement. *Curr Opin Anaesthesiol* 2017;30:399–408
34. Shander A, Javidroozi M: The patient with anemia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2016;29:438–445
35. Smit-Fun V, Buhre WF: The patient with chronic heart failure undergoing surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2016;29:391–396
36. Starczewska MH, Mon W, Shirley P: Anesthesia in patients with liver disease. *Curr Opin Anaesthesiol* 2017;30:392–398
37. Crowther M, van der Spuy K, Roodt F, Nejhardt MB, Davids JG, Roos J, et al: The relationship between pre-operative hypertension and intra-operative haemodynamic changes known to be associated with postoperative morbidity. *Anesthesia* 2018;73:812–818
38. Glance LG, Hannan EL, Fleisher LA, Eaton MP, Dutton RP, Lustik SJ, et al: Feasibility of Report Cards for Measuring Anesthesiologist Quality for Cardiac Surgery. *Anesth Analg* 2016;122:1603–1613
39. Glance LG, Kellermann AL, Hannan EL, Fleisher LA, Eaton MP, Dutton RP, et al: The impact of anesthesiologists on coronary artery bypass graft surgery outcomes. *Anesth Analg* 2015;120:526–533
40. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, Anker S, Botker HE, De Hert S, et al: 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). *Eur J Anaesthesiol* 2014;31:517–573
41. Soop M, Frykmark U, Koster M, Haglund B: The incidence of adverse events in Swedish hospitals: a retrospective medical record review study. *Int J Qual Health Care* 2009;21:285–291
42. Classen DC, Resar R, Griffin F, Federico F, Frankel T, Kimmel N, et al: Global trigger tool shows that adverse events in hospitals may be ten times greater than previously measured. *Health Aff (Millwood)* 2011;30:581–589
43. Rutberg H, Borgstedt-Risberg M, Gustafson P, Unbeck M: Adverse events in orthopedic care identified via the Global Trigger Tool in Sweden – implications on preventable prolonged hospitalizations. *Patient Saf Surg* 2016;10:23
44. Ghaferi AA, Birkmeyer JD, Dimick JB: Variation in hospital mortality associated with inpatient surgery. *N Engl J Med* 2009;361:1368–1375
45. Ahmad T, Bouwman RA, Grigoras I, Aldecoa C, Hofer C, Hoeft A, et al: Use of failure-to-rescue to identify international variation in postoperative care in low-, middle- and high-income countries: a 7-day cohort study of elective surgery. *Br J Anaesth* 2017;119:258–266
46. Smilowitz NR, Gupta N, Guo Y, Berger JS, Bangalore S: Perioperative acute myocardial infarction associated with non-cardiac surgery. *Eur Heart J* 2017;38:2409–2417
47. Smith GB: In-hospital cardiac arrest: is it time for an in-hospital 'chain of prevention'? *Resuscitation* 2010;81:1209–1211
48. Meaney PA, Nadkarni VM, Kern KB, Indik JH, Halperin HR, Berg RA: Rhythms and outcomes of adult in-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2010;38:101–108
49. Mullins CF, Psirides A: Activities of a Medical Emergency Team: a prospective observational study of 795 calls. *Anaesth Intensive Care* 2016;44:34–43
50. Buist MD, Moore GE, Bernard SA, Waxman BP, Anderson JN, Nguyen TV: Effects of a medical emergency team on reduction of incidence of and mortality from unexpected cardiac arrests in hospital: preliminary study. *BMJ* 2002;324:387–390
51. Hillman K, Chen J, Cretikos M, Bellomo R, Brown D, Doig G, et al: Introduction of the medical emergency team (MET) system: a cluster-randomised controlled trial. *Lancet* 2005;365:2091–2097
52. Menzenbach J, Boehm O: Cardiac evaluation before non-cardiac surgery. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2016;51:440–446
53. Bartels C, Bechtel JF, Hossmann V, Horsch S: Cardiac risk stratification for high-risk vascular surgery. *Circulation* 1997;95:2473–2475
54. Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, Thomas EJ, Polanczyk CA, Cook EF, et al: Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation* 1999;100:1043–1049
55. Gupta PK, Gupta H, Sundaram A, Kaushik M, Fang X, Miller WJ, et al: Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery. *Circulation* 2011;124:381–387
56. Guaracino F, Baldassari R, Priebe HJ: Revised ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management. Implications for preoperative clinical evaluation. *Minerva Anestesiologica* 2015;81:226–233
57. Blessberger H, Kammler J, Domanovits H, Schlager O, Wildner B, Azar D, et al: Perioperative beta-blockers for preventing surgery-related mortality and morbidity. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;3:CD004476
58. Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Valles J, Castillo J, et al: Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology* 2010;113:1338–1350
59. Apfel CC, Laara E, Koivuranta M, Greim CA, Roewer N: A simplified risk score for predicting postoperative nausea and vomiting: conclusions from cross-validations between two centers. *Anesthesiology* 1999;91:693–700
60. Thacker JK, Mountford WK, Ernst FR, Krukas MR, Mythen MM: Perioperative Fluid Utilization Variability and Association With Outcomes: Considerations for Enhanced Recovery Efforts in Sample US Surgical Populations. *Ann Surg* 2016;263:502–510

61. Shin CH, Long DR, McLean D, Grabitz SD, Ladha K, Timm FP, et al: Effects of Intraoperative Fluid Management on Postoperative Outcomes: A Hospital Registry Study. *Ann Surg* 2018;267: 1084–1092
62. Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, Gillies MA, Blunt M, Ackland G, et al: Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA* 2014;311:2181–2190
63. Montenij LJ, de Waal EE, Buhre WF: Arterial waveform analysis in anesthesia and critical care. *Curr Opin Anaesthesiol* 2011;24:651–656
64. House LM, Marolen KN, St Jacques PJ, McEvoy MD, Ehrenfeld JM: Surgical Apgar score is associated with myocardial injury after noncardiac surgery. *J Clin Anesth* 2016;34:395–402
65. Jones PM, Cherry RA, Allen BN, Jenkyn KMB, Shariff SZ, Flier S, et al: Association Between Handover of Anesthesia Care and Adverse Postoperative Outcomes Among Patients Undergoing Major Surgery. *JAMA* 2018;319:143–153
66. von Dossow V: Strukturierte Patientenübergabe in der perioperativen Phase – Das SBAR Konzept. *Anästh Intensivmed* 2016;57:88–90
67. WHO Patient Safety Solutions, Volume 1, Solution 3. 2007;1
68. De Meester K, Verspuy M, Monsieurs KG, Van Bogaert P: SBAR improves nurse-physician communication and reduces unexpected death: a pre and post intervention study. *Resuscitation* 2013;84:1192–1196
69. Garcea G, Thomasset S, McClelland L, Leslie A, Berry DP: Impact of a critical care outreach team on critical care readmissions and mortality. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:1096–1100
70. Boehm O, Baumgarten G, Hoeft A: Epidemiology of the high-risk population: perioperative risk and mortality after surgery. *Curr Opin Crit Care* 2015;21:322–327
71. Sobreira-Fernandes D, Teixeira L, Lemos TS, Costa L, Pereira M, Costa AC, et al: Perioperative cardiac arrests – A subanalysis of the anesthesia-related cardiac arrests and associated mortality. *J Clin Anesth* 2018;50:78–90.

Korrespondenzadresse

**Priv.-Doz. Dr. med.
Olaf Boehm**



Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
Universitätsklinikum Bonn
Sigmund-Freud-Straße 25
53127 Bonn, Deutschland
E-Mail: Olaf.Boehm@ukbonn.de