

Analgesia, sedation and anaesthesia in emergency care

M. Michael¹ · B. Hossfeld² · D. Häske³ · A. Bohn⁴ · M. Bernhard¹



www.ai-online.info

► **Zitierweise:** Michael M, Hossfeld B, Häske D, Bohn A, Bernhard M: Analgesie, Sedierung und Anästhesie in der Notfallmedizin. *Anästh Intensivmed* 2020;61:051–065. DOI: 10.19224/ai2020.051

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-anästhesiologie.de anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

- 1 Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Düsseldorf (Ärztlicher Leiter: Priv.-Doz. Dr. M. Bernhard)
- 2 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Bundeswehrkrankenhaus Ulm (Direktor: Prof. Dr. M. Helm)
- 3 Eberhard Karls Universität Tübingen / DRK Rettungsdienst Reutlingen, Medizinische Fakultät (Direktor: Prof. Dr. P. Rosenberger)
- 4 Stadt Münster, Feuerwehr, Ärztlicher Leiter Rettungsdienst / Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Münster (Direktor: Prof. Dr. A. Zarbock)

Schlüsselwörter

Sedierung – Analgesie – Notfallnarkose – Prähospitaler Setting – Notfallsanitäter – Notarztdienst

Keywords

Sedation – Analgesia – Emergency Anaesthesia – Out-of-hospital Setting – Paramedic – Emergency Physician

Zusammenfassung

In der prähospitalen Notfallmedizin stellen Sedierung und Analgesie sowie die Notfallnarkose zentrale Elemente der Akutversorgung dar. Die Maßnahmen bedeuten für das gesamte Rettungsteam eine größere Herausforderung. Eine Reduktion von Schmerzen kann auch durch supportive Maßnahmen (z. B. Reposition bei Frakturen, Immobilisation) sowie eine verbale psychologische Betreuung erzielt werden. Häufig führt jedoch nur der Einsatz potenter Analgetika zur Schmerzfreiheit. Im Rahmen der Nutzung von Standard-Arbeitsanweisungen zur „Analgesie und Analgosedierung“ werden in vielen Rettungsdienstbereichen diese Maßnahmen für geschulte und zertifizierte Notfallsanitäter im Rahmen einer Delegation möglich. Dies kann zu einer Verkürzung des therapiefreien Intervalls vor allem bei starken Schmerzzuständen führen, ersetzt aber nicht die originären Aufgaben des Notarztes. Grundsätzlich ist bei jeder Analgosedierung ein Standardmonitoring zu etablieren. Die Notfallnarkose ist ein notärztliches Verfahren und beinhaltet eine kritische Überprüfung der Indikationsstellung vor dem Hintergrund patienten-, einsatz- und anwenderbezogener Faktoren. Die Einleitung einer Notfallnarkose sollte grundsätzlich als Rapid-Sequence-Induction (RSI; auch: „Blitzeinleitung“) mit folgenden Punkten erfolgen: Standardmonitoring, Präoxygenierung, standardisierte Vorbereitung der Notfallnarkose (Narkose-/Notfallmedikamente, Atemwegs- und Beatmungsequipment), Me-

Analgesie, Sedierung und Anästhesie in der Notfallmedizin

dikamentenapplikation, (wenn nötig) passagere manuelle Inline-Stabilisierung während des Intubationsmanövers sowie Atemwegssicherung und abschließend die Lagekontrolle und Fixierung des Tubus. Eine standardisierte Narkosevorbereitung umfasst die vorherige Absprache und sichere Kennzeichnung der Narkose- und Notfallmedikamente, die Kontrolle des benötigten Materials sowie die Bereitstellung alternativer Instrumente zur Atemwegssicherung. Als Standardmonitoring zur prähospitalen Analgesie, Sedierung und Notfallnarkose sollen das Elektrokardiogramm, die automatische/manuelle Blutdruckmessung und die Pulsoxymetrie zur Anwendung kommen. Eine kontinuierliche Kapnographie erfolgt immer und ohne Ausnahme zur Lagekontrolle der Beatmungshilfen, zur Detektion einer möglichen Diskonnektion und Dislokation sowie zum indirekten Monitoring der Hämodynamik.

Summary

Sedation, analgesia and emergency anaesthesia are key elements of pre-hospital emergency medical care. These measures pose a significant challenge to the whole emergency team. Pain may be eased through supportive measures (e.g. reduction of fractures, immobilisation) and verbal emotional support. In many cases however, patients will only be pain free once potent analgesics have been administered. Numerous emergency medical services in Germany permit trained and certified paramedics („Notfallsanitäter“) to administer analgesics and

analgo-sedation in accordance with standard operating procedures within the scope of job delegation. Whilst this can shorten the time to treatment especially for severe pain, it does not make the emergency physician redundant. Basic monitoring should be established as a matter of principal whenever analgo-sedation is administered. Provision of emergency anaesthesia is reserved for emergency physicians and includes a critical evaluation of the indication for anaesthesia, taking patient, scenario and provider-related factors into account. As a rule, rapid sequence induction (RSI; aka “crash” induction) should be used for emergency anaesthesia and should include the following points: standard monitoring, preoxygenation, standardised provisions for emergency anaesthesia (anaesthetic and emergency drugs, airway and breathing equipment), drug administration, temporary manual in-line stabilisation of the cervical spine during intubation (if required), airway management and securing of the endotracheal tube following verification of correct placement. Standard preparation for general anaesthesia includes prior accord, secure labelling of anaesthetic and emergency drugs, checking required equipment and making available alternative airway management devices. Standard monitoring for prehospital analgesia, sedation and emergency anaesthesia should include an electrocardiogram, automatic or manual measurement of blood pressure and pulse oximetry. Continuous capnography is required without exception for verification of correct endotracheal tube placement, for detection of disconnection or dislocation and for indirect haemodynamic monitoring.

Einleitung

Schmerztherapie, Sedierung und Notfallnarkose sind Grundpfeiler der prähospitalen Notfallversorgung.

Innerklinische Standards lassen sich dabei nicht uneingeschränkt auf den Rettungs- und Notarztdienst übertragen.

Zahlreiche einsatz- und patientenspezifische Besonderheiten sind zu beachten, und regionale Vorgaben und letztlich die persönliche Erfahrung spielen für das notfallmedizinische Vorgehen eine wesentliche Rolle. Die folgende Übersicht fasst die Grundzüge der prähospitalen Analgesie, Sedierung und Notfallnarkose zusammen.

Analgesie

Vorbetrachtungen

Nach der initialen Notfallversorgung (ABCDE-Algorithmus) zur Abwendung vitaler Bedrohungen folgt die Erfassung und Therapie von Schmerzen [1]. Diese stellen einen häufigen Alarmierungsgrund für den Rettungsdienst und eine originäre Notarztindikation dar [2]. Führend sind prähospital die trauma-assoziierten Schmerzen, gefolgt von thorakalen und abdominellen Schmerzen (Tab. 1) [3]. Für Patienten ist das Ausmaß der Schmerzlinderung ein wesentliches Kriterium für die wahrgenommene Versorgungsqualität. Studienergebnisse zeigen aber, dass <60% der Patienten mit kardiopulmonalen Erkrankungen, <50% der Traumapatienten und nur rund 30% der Patienten mit abdominellen Schmerzen adäquat prähospital analgetisch versorgt wurden [4–11]. Folgende Faktoren werden von Anwendern als ursächlich angeführt:

- Alter oder Herkunft des Patienten,
- eingeschränkte Kommunikationsfähigkeit,
- Bereitschaft, Schmerzen zu ertragen.

Teils führt aber auch Unsicherheit bei der Durchführung einer analgetischen Therapie zu deren Unterlassung (z. B.

durch Sorge vor einer Atemdepression als Nebenwirkung einer (Opioid-)Analgesie) [11].

Heute muss die **adäquate Schmerztherapie** aber als Basismaßnahme im Rettungs- und Notarztdienst gefordert werden. Durch die zunehmende Professionalisierung des Rettungsdienstes (z. B. Einführung des Berufsbildes „Notfallsanitäter“) sind im Rahmen von Standard-Arbeitsanweisungen und Behandlungspfaden Analgesie und Analgo-sedierung vorgesehen, an die jedoch die gleichen Maßstäbe analog einer notärztlichen Therapie hinsichtlich der Patientensicherheit anzulegen sind.

Eine suffiziente Analgesie ist ein wichtiger Bestandteil der qualifizierten notfallmedizinischen Therapie und zur Abwendung einer weiteren vitalen Bedrohung und von Komplikationen unabdingbar.

Die prähospitalen Analgesie dient nicht nur dem Patientenkomfort, sondern ist auch physiologisch sinnvoll:

- Schmerz führt zu einer sympathoadrenergen Stressreaktion (z. B. Schwitzen, Tachykardie, Hypertonie, Hyperventilation) und erhöht den myokardialen Sauerstoffverbrauch.
- Eine lokale Inflammation mit Zytokinfreisetzung und Nozizeptorsensibilisierung kann bei der Entwicklung einer Hyperalgesie und Schmerzchronifizierung verstärkend wirken.
- Ein erhöhter Muskeltonus und schmerzbedingtes Vermeidungsverhalten können eine relevante Hypoventilation und damit Hypoxämie verursachen [12].

Qualitative und quantitative Erfassung der Schmerzen

Zur Detektion und Quantifizierung von Schmerzen, zur Interpretation des Schmerzcharakters und der Diagnose-sicherung bieten sich verschiedene Systeme an. Schmerzen sollten grundsätzlich bei jeder Notfallversorgung erfragt und dokumentiert werden. Auch die vollständige Erfassung der Vitalfunktionen liefert hierbei wichtige Hinweise

Tabelle 1

Häufigkeit von Schmerzen in Bezug auf prä-hospitalen Diagnosegruppen (mod. nach [3]).

Ursächliche Diagnosegruppe	Häufigkeit prähospital
Trauma	50–55%
Brustschmerz	27–34%
abdomineller Schmerz	7–21%

über physiologische Reaktionen (z.B. Tachypnoe als Ausdruck einer Schmerzsymptomatik) [13].

Zur Einordnung des Schmerzcharakters und der möglichen Genese bietet sich das sogenannte **OPQRST-Schema** an (Dokumentation von Beginn, situative Beeinflussung, Qualität, Lokalisation, Intensität und Dauer sowie zeitlicher Verlauf der Schmerzen; Tab. 2) [14].

Zur quantitativen Erfassung der Schmerzintensität und zur Beurteilung des Ansprechens der analgetischen Therapie hat sich prähospital die **Numerische Rating-Skala (NRS)** etabliert. Dabei wird der Patient gebeten, der Intensität seiner Schmerzen einen Zahlenwert von 0–10 zuzuordnen (0 = kein Schmerz bis 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz). In der Interpretation beginnt ein prähospitaler analgetischer Therapiebedarf bei einem Wert von 4 und nimmt mit steigendem

Wert weiter zu. Unter Vermeidung von Komplikationen und Nebenwirkungen soll auf der NRS ein Wert <4 oder eine Reduktion um 3 Graduierungen als suffiziente Schmerztherapie erreicht werden [5]. Zur Schmerztherapie in der Notfallmedizin können medikamentöse und nicht-medikamentöse Konzepte sowie supportive Maßnahmen (z. B.

Reposition, Lagerung, verbale psychologische Betreuung) zur Anwendung kommen.

Zur Erfassung der Schmerzen bietet sich die Numerische Rating-Skala (NRS) an. Als Ziel der Analgesie soll ein NRS <4 angestrebt werden.

Tabelle 2

Akronym „OPQRST“ (mod. nach [14]).

O (Onset)	Beginn/Zeitpunkt/Situation/Auslöser des Einsetzens der Schmerzen
P (Palliation/Provocation)	schmerzlindernde/auslösende Faktoren (z.B. Bewegung)
Q (Quality)	Schmerzcharakter: kolikartig, krampfartig, stechend, dumpf
R (Radiation)	Schmerzlokalisierung und Ausstrahlung
S (Severity)	Schmerzintensität gemäß NRS
T (Time)	Dauer und zeitlicher Verlauf des Schmerzeignisses

NRS: Numeric Rating Scale

Checkliste zur Anwendung von Analgetika

Bei der Anwendung von Analgetika sind folgende Grundvoraussetzungen zu beachten:

- **Erfassung und Dokumentation der Schmerzintensität** (mittels NRS)
- sorgfältige **Anamneseerhebung** (z. B. standardisierte „SAMPLER“-Anamnese (Symptome, Allergien, Medikamente, Patientengeschichte/ Vorerkrankungen, letzte Mahlzeit bzw. Nüchternheit, Ereignis, Risikofaktoren) nach verschiedenen notfallmedizinischen Kurskonzepten) und Beachtung von Allergien
- **Risikoeinschätzung:** Nüchternheit? Allergien? Vorerkrankungen? Transportzeit?
- **Medikamentenwahl** je nach Indikation, Erfahrung des Notarztes und regionalen Protokollen (z. B. Standard-Arbeitsanweisungen/ Behandlungspfade des Rettungsdienstbereiches und Vorhaltung)
- ggf. **Risiko- und Sicherungsaufklärung** des Patienten, auch und insbesondere bei der Gabe durch Notfallsanitäter
- Etablierung eines **sicheren peripher-venösen Zugangs** (Rücklaufprobe, freilaufende Infusion), ggf. Alternativen bei fehlendem peripher-venösen Zugang:
 - intranasale Applikation (z. B. Fentanyl, Ketamin/Esketamin, Midazolam) [15]
 - intraossäre Applikation (Dosis identisch mit intravenöser Applikation) [16]
 - intramuskuläre Applikation (als Ultima ratio mit ausgewählten Medikamenten, z. B. Ketamin/Esketamin bzw. bei Verbrennungen)
- **Standardmonitoring bei Analgesiedierung:** Atemfrequenz, Pulsoxymetrie, EKG und Blutdruck, Kapnographie auch beim spontan atmenden Patienten
- **Vermeidung einer Überdosierung durch titrierte Gabe** („So viel wie nötig, so wenig wie möglich“); Dabei ist auf das Alter und den Zustand des Patienten (z. B. Hämodynamik) ggf. mit reduzierter Dosis zu reagieren und vor einer Nachinjektion ein entsprechender Zeitabstand einzuhalten.

dynamik) ggf. mit reduzierter Dosis zu reagieren und vor einer Nachinjektion ein entsprechender Zeitabstand einzuhalten.

- Bei Verwendung von **Opioiden und Ketamin/Esketamin in Kombination mit Midazolam** sollte wegen der atemdepressiven Nebenwirkungen immer eine **Sauerstoffapplikation** (über eine Sauerstoffbrille oder über eine Maske mit Reservoir) erfolgen, sowie die **Option zur (unmittelbar durchführbaren) Atemwegssicherung** bestehen [17,18].
- Die der verwendeten Substanz zugeschriebenen **Nebenwirkungen** müssen sicher behandelt werden können (unabhängig vom Behandler: Arzt oder Notfallsanitäter).

Grundsätzlich ist bei jeder Analgesiedierung eine engmaschige Überwachung obligat: Abhängig vom gewählten Medikament besteht ein schmaler Grat zwischen ausreichender Analgesie und relativer Überdosierung mit Beeinträchtigung der Vitalfunktionen (z.B. Bewusstseinsverlust, Atem- und Kreislaufdepression). Insofern ist hier neben einem Standardmonitoring und prophylaktischer Sauerstoffapplikation eine titrierte Medikamentengabe sinnvoll. Zudem sollten alle nötigen Materialien zur Atemwegssicherung unmittelbar zur Verfügung stehen.

Supportive nicht-pharmakologische Maßnahmen

Zu den nicht-medikamentösen Strategien gehören neben Reposition, achsenrechter Ruhigstellung und Kühlung beim Extremitätentrauma v. a. die komfortable Lagerung (z. B. mittels Knierolle bei Abdominalschmerzen oder Lumbago) [19]. Die psychologische (verbale) Betreuung durch das Rettungsdienstfachpersonal und den Notarzt spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle und kann das individuelle Schmerzerleben positiv beeinflussen. Insbesondere bei Kindern ist auch das Einbinden von Bezugspersonen relevant.

Verfügbarkeit und Auswahl der Analgetika

Gemäß dem WHO-Stufenschema soll eine Analgesie zunächst mit nicht-opioidhaltigen Medikamenten begonnen werden. Bei akuten Schmerzen (ab einer Intensität von NRS 4) sollen bereits initial potente Analgetika in ausreichender Dosierung eingesetzt werden, um zeitnah eine effektive Schmerzreduktion zu erzielen. Insbesondere bei kurzwirksamen Analgetika (z. B. Ketamin) ist auch an einen überlappenden bzw. nachhaltigen Effekt einer kombinierten Analgetikagabe zu denken, der über die prähospitalen Versorgungszeit hinausgeht. Insgesamt steht im deutschen Rettungs- und Notarzdienst nur eine geringe Auswahl an niedrig-potenten Analgetika zur Verfügung [20].

Prähospital Analgesie sollte nach Bedarf mehrstufig gestaltet sein und die Kombination verschiedener Analgetika beinhalten.

Nicht-Opioidanalgetika

Paracetamol

Die intravenöse Gabe von Paracetamol weist einen eher geringen analgetischen Effekt auf [21–25]. Bei Extremitätenfrakturen erreicht Paracetamol keine effektive Analgesie. Hingegen besitzt Paracetamol eine sehr gute antipyretische Wirkung und kann prähospital in entsprechenden Einsatzsituationen (z. B. Fieber) indiziert sein [26]. Da Antiemetika aus der Gruppe der Setrone (5-HT₃-Antagonisten, z. B. Ondansetron) die analgetische Wirkung von Paracetamol beeinflussen können, sollte diese Kombination prähospital vermieden werden [27].

Metamizol

Metamizol weist eine spasmolytische Komponente auf (Tab. 3). Nachteilig ist der verzögerte Wirkeintritt. Wesentliche Nebenwirkungen sind

- ein möglicher Blutdruckabfall (v. a. bei zu rascher intravenöser Injektion) und
- allergische Reaktionen.

Tabelle 3

Periphere Analgetika (mod. nach [67]).

Medikament	Indikation	Dosierung	Wirkmechanismus	Kontraindikationen	Besonderheiten
Paracetamol	leichte bis mittelstarke Schmerzen Fieber	15 mg/kg KG i. v. max. Tagesdosis 4 g beim Erwachsenen	Cyclooxygenasehemmung im ZNS Metabolisierung über Cytochrom P ₄₅₀ möglicherweise 5-HT ₃ -Rezeptorvermittelte spinale Hemmung	Risiko der Intoxikation bei Kleinkindern, älteren Patienten, Lebererkrankungen, chronischem Alkoholmissbrauch, gleichzeitiger Einnahme von Arzneimitteln mit Enzyminduktion	Antidot bei Intoxikation: N-Acetylcystein mögliche Wirkbeeinträchtigung durch gleichzeitige Gabe von 5-HT ₃ -Antagonisten (z. B. Ondansetron)
Metamizol	Kolikschmerzen akute starke Schmerzen Fieber	15 mg/kg KG i. v. Einzeldosis 1 g i. v. max. Tagesdosis 5 g	Pyrazolonderivat aktiver Metabolit: 4-N-Methylaminoantipyrin periphere und zentrale COX II-Hemmung gering antiphlogistisch spasmolytisch gering antipyretisch Bioverfügbarkeit 90%	keine Reduktion bei eingeschränkter Leber-/Nierenfunktion im Notfall, bei längerer Anwendung Dosisreduktion Kontraindikationen: Analgetika-Asthma-Syndrom Störungen der Knochenmarkfunktion Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenasemangel akute intermittierende hepatische Porphyrie Schwangerschaft (letztes Trimenon)	langsame parenterale Applikation (CAVE: Hypotonie) Anaphylaxie selten: Agranulozytose → Risikoaufklärung erforderlich Metaboliten in Muttermilch

Metamizol wird prähospital und innerklinisch häufig in Notfallsituationen eingesetzt [28]. Die oft zitierte **Agranulozytose** ist eine sehr seltene Nebenwirkung, die formell aufklärungspflichtig ist [29]. Eine Risiko- und Sicherheitsaufklärung sollte diese ebenso wie eine **Panzytopenie** inkl. typischer Symptome enthalten. Ob eine derartige Aufklärung bei schmerzgeplagten Patienten wirksam ist, muss dann im Einzelfall bewertet werden. Bei Patienten unter ASS-Dauermedikation wird eine Abschwächung der Thrombozytenaggregationshemmung durch Metamizol diskutiert [30–32].

Die Agranulozytose ist eine sehr seltene Nebenwirkung des Metamizols, die dennoch aufklärungspflichtig ist. Dies sollte situationsangepasst erfolgen und der Patient auch in Notfallsituationen auf mögliche Symptome hingewiesen werden.

Eine Übersicht über Anschlagszeiten und Wirkdauer der Medikamente zeigt Tabelle 4.

Ketamin/Esketamin

Der NMDA-Antagonist Ketamin weist in analgetischer Dosierung einen raschen und potenten Wirkeintritt auf, ohne dabei Spontanatmung oder Schutzreflexe zu beeinträchtigen („dissoziative Anästhesie“). Nebenwirkungen sind

- Halluzinationen,
- Hypersalivation,
- Hyperakusis sowie
- Nystagmus.

Eine **zentrale Sympathikusstimulation** führt zu einem Herzfrequenz- und Blutdruckanstieg und konsekutiv zu einer Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs. Insbesondere bei hypovolämen Traumapatienten bzw. hämodynamisch instabilen Patienten ist dies erwünscht, bei Hypertension oder kardialen Risikopatienten stellen diese Effekte eine relative Kontraindikation dar [33]. Die Verwendung von Ketamin bei Patienten mit **Schädel-Hirn-Trauma** gilt heutzutage unter kapnographischer Kontrolle als etabliert und nicht als kontraindiziert [34,35].

Aufgrund albraumähnlicher Zustände wird Ketamin zur Analgosedierung regelhaft mit der niedrigdosierten Gabe eines Sedativums (z. B. Midazolam) kombiniert (CAVE: Atemdepression).

Bei Hypersalivation unter Ketamin kann insbesondere bei Kindern gewichtsadaptiert Atropin verabreicht werden. Bei technischer Rettung oder während des Transportes sollte der Patient aufgrund der möglichen Hyperakusis mit einem Lärmschutz versorgt werden.

Tabelle 4

Anschlagszeiten und Wirkdauer von Analgetika (mod. nach [51]).

Wirkstoff	Anschlagszeit (min)	Wirkdauer (min)
Metamizol i.v.	15–30	240
Ketamin/ Esketamin i.v.	0,5	5–10
Ketamin/ Esketamin i.n.	5–10	12–25
Morphin i.v.	5–10	30–120
Fentanyl i.v.	1	20–40
Fentanyl i.n.	5–10	30–60
Piritramid i.v.	5–20	40–60

Das Enantiomer Esketamin (S-Ketamin) hat eine höhere analgetische und anästhetische Potenz (modifiziertes Dosierungsregime beachten). Da Ketamin in Deutschland nicht dem Betäubungsmittelgesetz (BtMG) unterliegt, wird es für den Einsatz durch Rettungsdienstfachpersonal als potentes Analgetikum bei definierten Indikationen (z.B. Traumaschmerzen bei Extremitätenverletzung) empfohlen. Zahlreiche Rettungsdienstbereiche sehen bei Traumaschmerzen eine Analgosedierung durch Notfallsanitäter mit Ketamin und Midazolam nach festen Algorithmen vor. Dadurch kann das schmerztherapiefreie Intervall bis zum Eintreffen des Notarztes verkürzt werden; hierzu liegen überzeugende Daten zur Anwendungssicherheit vor [36–38]. Die Vorgaben, Schulung und Zertifizierung jedes einzelnen Mitarbeiters obliegen dem jeweiligen Ärztlichen Leiter Rettungsdienst im Rahmen der Prinzipien der Delegation. Ketamin kann auch nasal, oral, rektal und intramuskulär appliziert werden. Insbesondere die intranasale Applikation bietet sich zur Analgesie bei pädiatrischen Patienten an, wobei es sich hier um einen „Off-Label-Use“ handelt [39,40].

Opioide

Prähospital werden Morphin und Fentanyl, seltener auch Sufentanil und Piritramid vorgehalten. Sufentanil und Fentanyl besitzen jedoch keine Zulassung als Monoanalgetikum ohne Intubationsnarkose. Opioide wirken unterschiedlich stark analgetisch, sedativ und antitussiv. Nebenwirkungen sind

- Atemdepression
- Sedierung,
- Bradykardie,
- Hypotonie,
- Pruritus,
- Bronchospasmus,
- Schweißausbrüche und
- Miosis.

Gegenüber Opioiden bestehen in Notfallsituationen keine Kontraindikationen. Dies gilt auch für die strenge Indikationsstellung in der Gravidität und Stillzeit. Eine antiemetische Co-Medikation (z.B. Ondansetron, Dimenhydrinat) kann eingesetzt werden. Bei geriatrischen Pa-

tienten sollte eine vorsichtige, titrierende Dosierung erfolgen, um v. a. eine Atemdepression zu vermeiden [41].

Morphin hat eine deutlich niedrigere analgetische Potenz als Fentanyl (1 : 100) und einen verzögerten Wirkeintritt von 5–10 min. Entsprechend sollten repetitive Dosen nicht in zu schneller Abfolge appliziert werden. Vorteile bietet Morphin insbesondere beim Myokardinfarkt, da sowohl die sedierende als auch die parasympathomimetische Komponente (z.B. Bradykardie) hier erwünscht sind. Darüber hinaus bietet die Senkung des pulmonalvaskulären Widerstandes einen Vorteil gegenüber anderen Analgetika. Beim Traumapatienten hat Morphin – trotz insgesamt effektiver Analgesie – aufgrund des verzögerten Wirkeintritts einen Nachteil, da insbesondere zur Umlagerung oder zur Reposition eine rasch einsetzende Analgesie erforderlich ist [42]. Neuere Daten zeigen, dass Morphin bei Patienten mit ST-Hebungsinfarkt einen ungünstigen Einfluss auf die Thrombozytenfunktion und die Infarktgröße haben könnte [43], was aber derzeit nicht einsatzrelevant ist.

Intravenös appliziertes **Fentanyl** zeigt einen raschen analgetischen Effekt und weist ein hohes atemdepressives Potenzial auf, kann aber – vorsichtig titriert – auch zur Analgesie unter Spontanatmung eingesetzt werden (CAVE: engmaschige Atmungskontrolle!). Idealerweise sollte daher die **Kapnographie** auch beim spontanatmenden Patienten eingesetzt werden. Neben der intravenösen und intranasalen Applikation ist Fentanyl auch für die bukkale/mukosale Applikation geeignet [44].

Sufentanil eignet sich insbesondere zur Narkoseeinleitung. Bei einer Analgesie unter Spontanatmung muss auf eine mögliche Atemdepression geachtet werden. Das in einzelnen Rettungsdienstbereichen vorgehaltene Piritramid zeichnet sich vergleichbar mit Morphin durch einen verzögerten Wirkeintritt aus [22]. Viele Notärzte haben aber häufig innerklinische Erfahrung mit diesem Opioid gemacht. Aktuelle Untersuchungen belegen keinen Vorteil eines spezifischen Analgetikums (Fentanyl vs. Morphin, Opioide vs. Ketamin) [19].

Auch Opiate bzw. Opioide werden zunehmend im Rahmen der Delegation ohne Anwesenheit eines Arztes durch Notfallsanitäter nach festen Algorithmen verabreicht [45,46]. Zum Teil sind hier telefonische Anordnungen etabliert (sog. „Call-back“-Verfahren) [47].

Im Vergleich der Analgetikaregime mit Morphin, Fentanyl und Ketamin zeigt sich nach aktueller Studienlage keine klare Überlegenheit einer einzelnen Substanz.

Weitere analgetisch wirkende Substanzen

In einigen Ländern (z.B. Großbritannien) wird seit Jahrzehnten prähospital durch Rettungsdienstfachpersonal ein fixes **Lachgas (N₂O)-Sauerstoff (O₂)-Gemisch** (z.B. Livopan®, 50% Lachgas, 50% Sauerstoff) zur inhalativen Schmerztherapie eingesetzt [48]. Studiendaten belegen einen Effekt vor allem bei traumaassoziierten Schmerzen [49]. Im deutschen Rettungsdienst gibt es einzelne Rettungsdienstbereiche, die Lachgas-Sauerstoff-Gemisch zur Analgesie durch Rettungsdienstfachpersonal einsetzen; dies ist bislang allerdings kein übliches Standardverfahren.

Sedierung

Bei akuten Erregungs-, Angst- oder Panikzuständen, psychiatrischen Notfallbildern oder als supportive Maßnahme bei verschiedenen Notfallsituationen oder auch technischer Rettung ist bei unzureichender verbaler Intervention (z.B. „Talk-Down“, Beruhigung des Patienten, Schaffung einer ruhigen Umgebung) gegebenenfalls eine Sedierung erforderlich. **Benzodiazepine** weisen nicht nur anxiolytische Wirkung auf, sondern haben weitere somatische Effekte (z.B. Senkung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs). Bei der Sedierung gelten die gleichen Anforderungen für die Indikationsstellung und die Überwachung wie bei der Analgesie.

In der Notfallmedizin wird neben Benzodiazepinen (z.B. Midazolam, Lorazepam) auch **Morphin** zur Analgosedierung bei Patienten unter nicht-invasiver

Beatmung (NIV) eingesetzt. **Neuroleptika** (z. B. Haloperidol) werden nur noch vereinzelt auf Rettungsmitteln vorgehalten und sind speziellen Indikationen vorbehalten [50].

Benzodiazepine sind neben der intravenösen Gabe auch intranasal und bukkal applizierbar, mit einem Vorteil bei sehr agitierten Patienten, bei denen zunächst kein peripher-venöser Zugang platziert werden kann. (Neben-)Wirkungen sind

- Anxiolyse,
- Amnesie und
- dosisabhängig eine Atemdepression.

Auch die niedrig dosierte Gabe von **Propofol** kann zur Sedierung eingesetzt werden, insbesondere wenn Kontraindikationen für Benzodiazepine vorliegen oder deren Wirkung unzureichend ist. Die gute Steuerbarkeit von Propofol ist hier ein Vorteil.

Unter Propofol-Sedierung ist – wie bei allen anderen Medikamenten – ganz besonders auf eine mögliche Atemwegsverlegung durch Regurgitation/Aspiration und auf eine Atemdepression zu achten und stets neben dem obligaten Monitoring auch Material zur Atemwegssicherung vorzuhalten.

Prähospitale Notfallnarkose

Vorbetrachtungen

Die **Einleitung einer prähospitalen Notfallnarkose ist eine originäre notärztliche Aufgabe** und eine zentrale therapeutische Maßnahme in der Notfallmedizin [51–54]. Die S1-Leitlinie „**Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen**“ [54] führt hierzu aus, dass ein Notarzt, unabhängig von der Fachrichtung, die Fähigkeit besitzen muss, selbstständig eine Notfallnarkose bei verschiedenen Verletzungsmustern, Krankheitsbildern und Risiken auch unter den erschwerten Umständen der Präklinik sicher durchzuführen. Die Narkoseeinleitung stellt für das gesamte Team eine Herausforderung dar, insbesondere da die prähospitalen Bedingungen nicht

mit einer elektiven Routineanästhesie vergleichbar sind. Die Assistenz des Rettungsdienstpersonals ist eine wichtige Voraussetzung (inkl. sorgfältige Absprache im gesamten Team), um Komplikationen zu vermeiden und einen sicheren Ablauf zu gewährleisten [55].

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Handlungsempfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) und die S1-Leitlinie „Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen“ [54].

Kritische Indikationsstellung zur Notfallnarkose

Grundsätzlich wird die Indikation zur prähospitalen Narkoseeinleitung von mehreren Faktoren beeinflusst, und es obliegt dem Notarzt – nach sorgfältiger Abwägung und Beurteilung der gesamten Situation – die Indikation zu prüfen und das geeignete Verfahren festzulegen [54].

Zunächst sind potenziell reversible Ursachen einer Beeinträchtigung der Vitalfunktionen (z. B. Bewusstlosigkeit bei Hypoglykämie) auszuschließen. Klassische Konstellationen für eine prähospitalen Notfallnarkose und Atemwegssicherung sind [54]:

- anhaltende Vigilanzstörung mit Aspirationsgefahr (z. B. V. a. Intoxikation, intrakranielle Blutung)
- akute respiratorische Insuffizienz
- Traumapatienten mit ausgeprägten thorakalen Verletzungen, respiratorischer oder hämodynamischer Instabilität oder Schädel-Hirn-Trauma (Glasgow Coma Scale GCS <9)
- Patienten mit vitalgefährdenden neurologischen Krankheitsbildern (z. B. Status epilepticus).

Zusammenfassend besteht die Indikation zur Notfallnarkose bei Patienten mit akuten oder drohenden Oxygenierungs- oder Ventilationsstörungen, die konservativ nicht beherrscht werden (inkl. NIV-Therapie) sowie bei Vigilanzminderung mit konsekutiver Aspirationsgefahr [54].

Die Ziele einer Narkose und Atemwegssicherung sind dabei die **Atemwegssicherung**, die Aufrechterhaltung von **Oxygenierung und Ventilation** (Normokapnie), eine suffiziente **Analgesie**, die **Reduktion des Sauerstoffverbrauchs** und letztlich die **Vermeidung sekundärer myokardialer und zerebraler Schäden** [54]. Die Indikation, Planung und Durchführung einer Notfallnarkose werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst [54]:

- Ausbildung, Erfahrung und Routine des Notarztes sowie des Rettungsdienstfachpersonals
- äußere Umstände an der Einsatzstelle (z. B. Licht, Platz- und Witterungsverhältnisse)
- Transportzeit und -art (bodengebunden, luftgestützt)
- patientenbezogene Begleitumstände der Atemwegssicherung und (abschätzbare) Intubationshindernisse (z. B. erwartet schwieriger Atemweg beim noch suffizient spontanatmen den Notfallpatienten).

Im Rahmen der Indikationsstellung muss der Notarzt daher eine Risiko-Nutzen-Abwägung hinsichtlich der Nachteile und möglicher Komplikationen (z. B. Erbrechen, Aspiration, Verlegung der Atemwege, Kreislaufdepression, allergische Reaktion) vornehmen, da die Notfallnarkose einen Eingriff in die Körperintegrität darstellt und mit einem relevanten Letalitätsrisiko verbunden sein kann. Die vital bedrohlichen Risiken einer Notfallnarkose für den Patienten machen es deshalb unabdingbar, dass alle Notärzte Konzepte für Einleitung und Fortführung einer Notfallnarkose beherrschen sowie mögliche Komplikationen antizipieren können [54].

Der Notarzt muss die Indikation zur Notfallnarkose kritisch prüfen, dabei Nutzen und Risiken abwägen und letztlich ein klares Konzept für die Narkosedurchführung samt Alternativen mit dem gesamten Team festlegen.

Besonderheiten der prähospitalen Notfallnarkose

Vorbetrachtungen

Notfallnarkosen sind mit einer erhöhten Schwierigkeitsrate assoziiert [56,57]. Analog der Einteilung der DGAI-Handlungsempfehlung zur prähospitalen Atemwegssicherung können multifaktoriell risikosteigernde Bedingungen durch anwenderspezifische, patienten- und einatzbezogene Faktoren charakterisiert werden [53].

Patientenbezogene Faktoren

Alle Notfallpatienten sind als nicht-nüchtern mit **hohem Aspirationsrisiko** einzustufen, deshalb besteht die Indikation zur **RSI** mit schneller Narkoseeinleitung und Atemwegssicherung ohne Zwischenbeatmung. **Anatomische Besonderheiten** in Bezug auf erschwerte Intubationsbedingungen sowie **Verletzungen der Atemwege** (z.B. intraorale Blutung, Mittelgesichtsfrakturen) müssen im Vorfeld evaluiert werden. Einschränkungen der **Halswirbelsäulenbeweglichkeit** (vorbestehend, traumatisch oder durch Immobilisierung) sind ein patientenbezogener Risikofaktor, ebenso kardiopulmonale oder sonstige Beeinträchtigungen aufgrund von Vorerkrankungen und/oder Verletzungen (z.B. hämorrhagischer Schock: Blutverlust häufig unterschätzt, Anzahl der sauerstofftragenden Erythrozyten kritisch reduziert, Präoxygenierung muss besonders sorgfältig erfolgen, Risiko für gefährliche Blutdruckabfälle). Die bestehende **Dauermedikation** sollte Beachtung finden (standardisierte „SAMPLER“-Anamnese), zudem ist der Venenstatus zu beachten: möglichst sollten zwei peripher-venöse Gefäßzugänge zur Verfügung stehen, bei erschwertem Gefäßzugang muss an einen intraossären Zugang gedacht werden.

Einsatzbezogene Faktoren

Die **Position des Patienten** kann für die Narkoseführung relevant sein: Einklemmte bzw. schwer zugängliche Patienten können zunächst unter Analgosedierung bei erhaltender Spontanatmung gerettet werden, dann kann in günstigerer Position (z. B. im Rettungs-

wagen) unter optimierten Bedingungen eine Narkoseeinleitung durchgeführt werden. Ein **eingeschränktes Notfall-equipment** und eine begrenzte Auswahl an Medikamenten zur Narkoseinduktion sind zu beachten. Zudem besteht in der Regel eine **zeitliche Dringlichkeit**, die Einleitung der Notfallnarkose muss in Abhängigkeit von der Patientensituation meist unter Zeitdruck erfolgen.

Die Organisation der prähospitalen Notfallnarkose umfasst folgende Punkte:

- **gründliche Evaluation und Untersuchung des Patienten**
- **kritische Überprüfung der Indikationsstellung für eine prähospitalen Notfallnarkose**
- **Optimierung des Patientenstatus durch Präoxygenierung, Blutstillung und Volumengabe (wenn erforderlich)**
- **standardisiertes Vorgehen bei Vorbereitung und Ablauf einer prähospitalen Notfallnarkose**
- **Beherrschung von Komplikationen.**

Vorbereitung und Durchführung der Notfallnarkose

Die Entscheidung zur Durchführung einer Notfallnarkose wird mit dem gesamten Rettungsteam kommuniziert. Gemeinschaftlich werden der optimale Ort für die Narkoseeinleitung (z. B. Wohnung vs. Rettungswagen), die Aufgabenverteilung im Team, die Auswahl der Narkosemedikamente samt Dosierungen, sonstige wichtige Hinweise und Vorgaben besprochen und so ein gemeinsames Vorgehen festgelegt, welches sich idealerweise an einem standardisierten Ablauf orientiert. Ebenso sollten Alternativen abgestimmt und vorbereitet werden [54].

Die Einleitung der Notfallnarkose erfolgt als modifizierte **RSI** mit rascher Abfolge eines Hypnotikums und eines Muskelrelaxanz. Ein Analgetikum kann vor, zügig nach diesen beiden Substanzen oder nach der Atemwegssicherung injiziert werden. Das nötige Equipment muss vorbereitet werden und auch

Notfallausrüstung (z. B. zur alternativen Atemwegssicherung) greifbar sein [53]. Folgende Punkte sind wichtig:

- Die Präoxygenierung erfolgt frühestmöglich parallel zur Vorbereitung der Narkose- und Notfallmedikamente und wann immer vertretbar für mindestens 3–4 min mit 100% Sauerstoff mittels Gesichtsmaske oder einer dichtsitzenen Maske des Beatmungsbeutels jeweils mit Sauerstoffreservoir (mindestens 12–15 l O₂/min). Noch effektiver und dabei sauerstoffsparend kann diese durch Verwendung eines Demand-Ventils oder einer nicht-invasiven Beatmung (NIV) erfolgen [54,58–60].
- Etablierung des notwendigen Monitorings zur optimalen Überwachung der Vitalfunktionen mittels Puls-oxymetrie (SpO₂) mit Pulsfrequenz und Sauerstoffsättigung (Pulston als akustisches Signal), 3-Kanal-EKG (Herzfrequenz und -rhythmus) und engmaschiger automatischer Blutdruckmessung (mindestens alle 3 min., möglichst 1-minütlich) und Kapnographie
- Vorbereitung der Narkose- und Notfallmedikamente; möglichst selbstklebende Spritzenetiketten gemäß DIVI-Empfehlungen, sonst Beschriftung der Spritzen obligat [61]
- Wenn keine Kontraindikationen vorliegen (z. B. Wirbelsäulenimmobilisation beim Traumatpatienten, hämodynamisch instabiler Patient) Oberkörperhochlagerung (z. B. achsensgerecht) durchführen.

Prüfung der vorhandenen venösen Gefäßzugänge (Rücklaufprobe, Infusion anschließen):

- Beginn der Narkoseeinleitung nach Teamabsprache und Aufgabenverteilung
- Nennung der Medikamente und der Dosierung (in ml und mg) durch den Notarzt und Bestätigung durch das rettungsdienstliche Fachpersonal („Closed-Loop“-Kommunikation)
- bei HWS-immobilisierten Patienten: manuelle Inline-Stabilisierung (MILS) durch einen weiteren Helfer durchführen lassen [59]

- Atemwegssicherung nach Eintritt des Bewusstseinsverlustes und Anschlagen der Muskelrelaxation (beim Erwachsenen üblicherweise ohne Zwischenbeatmung)
- In Einzelfällen kann eine Zwischenbeatmung trotz erhöhten Aspirationsrisikos notwendig sein, um die Oxygenierung aufrechtzuerhalten [60].
- Wechsel des Verfahrens nach maximal zweimaligem Intubationsversuch (z. B. supraglottischer Atemweg), ggf. Zwischenbeatmung durchführen
- Blockung des Endotrachealtubus bzw. supraglottischen Atemwegshilfsmittels (SGA, z.B. Larynxmaske, Larynxtubus) unmittelbar nach Einbringen
- Prüfung der korrekten Lage (z. B. Kapnographie, Videolaryngoskop, Auskultation) und sichere Fixierung
- Aufrechterhaltung der Narkose, ggf. Katecholamintherapie und Beatmungseinstellungen abstimmen und reevaluieren (Zielwerte definieren und kontrollieren, Kapnographie).

Unter Narkose sollen Normoxämie, Normokapnie, ausreichende Narkosetiefe und hämodynamische Stabilität angestrebt werden.

Während der gesamten Narkosedauer muss das Standardmonitoring kontinuierlich genutzt werden, um eine fachgerechte Überwachung zu gewährleisten und zeitgerecht Veränderungen des Vitalstatus zu erkennen und behandeln zu können. Im Falle von Veränderungen oder akut aufgetretenen Problemen (z. B. SpO₂-Abfall) muss eine Reevaluation im Sinne des ABCDE-Schemas erfolgen. Als Hilfestellung bei einem vermuteten Atemwegsproblem bietet sich das Akronym „DOPES“ (Dislokation, Obstruktion, Pneumothorax, Equipment, Stomach/Magenüberblähung) an, um die Ursache insbesondere in Notfallsituationen systematisch zu detektieren (Tab. 5) [62].

Tabelle 5

Akronym „DOPES“ bei akuten Atemwegsproblemen des intubierten Patienten (mod. nach [62]).

D	Dislokation (Tubus diskonnektiert? → Beatmungssystem überprüfen!)
O	Obstruktion (Obstruktion des Tubus, des Beatmungsfilters, der Beatmungsschläuche)
P	Pneumothorax (Auskultation? Beatmungsdruck? Trauma?)
E	Equipment (Beatmungsgerät und Monitoring intakt? Beatmungssystem korrekt vorbereitet? Undichtigkeiten? → komplettes System untersuchen)
S	Stomach (insbesondere bei pädiatrischen Patienten Magenüberblähung nach Maskenbeatmung möglich → Anlage einer Magensonde bzw. einmaliges Absaugen von Luft)

Bei akuten Veränderungen der Vitalfunktionen (z.B. SpO₂-Abfall, Anstieg des Beatmungsdrucks) nach Narkoseeinleitung oder im Verlauf der Notfallnarkose muss eine sofortige Reevaluation nach dem ABCDE-Schema erfolgen, um die Ursache der Probleme rasch zu detektieren und beheben zu können.

Beherrschung von Komplikationen und Problemen

Komplikationen müssen rasch erkannt sowie strukturiert und konsequent beseitigt werden. Ein **schwieriger Atemweg** muss präklinisch antizipiert werden. Grundsätzlich bietet sich die Videolaryngoskopie an, um die Intubationsbedingungen auch bei eingeschränkter Lagerung und Reklination zu optimieren. Insbesondere bei Traumapatienten sollte der Einsatz der Videolaryngoskopie auch primär erfolgen [59]. Prähospital ist bei unerwartet schwierigem Atemweg eine Rückkehr zur Spontanatmung im Notfall praktisch kaum zu realisieren, daher muss im Sinne einer „Vorwärtsstrategie“ ein suffizientes Atemwegsmanagement greifen. Nach spätestens zwei erfolglosen endotrachealen Intubationsversuchen (Zwischenbeatmung!) sollte ein Verfahrenswechsel erfolgen, zunächst mittels supraglottischer Atemwegssicherung und als Ultima ratio durch Etablierung eines chirurgischen Atemwegs (Koniotomie) [53].

Eine **unzureichende Narkosetiefe** kann zu Abwehrbewegungen, Laryngo-/Bronchospasmus sowie Awareness führen. Manipulationen am Patienten sollten

eingestellt und eine medikamentöse Vertiefung der Narkose durchgeführt werden.

Hypotension nach Narkoseinduktion tritt prähospital mit einer Inzidenz von 7–18% auf [63,64]. Die Verwendung des Standardmonitorings mit engmaschiger automatischer oszillometrischer Blutdruckmessung ist hier essenziell, je nach Patientensituation sollen eine Volumengabe und gegebenenfalls eine frühzeitige Applikation von Vasopressoren erfolgen (z. B. Cafedrin/Theodrenalin, Noradrenalin z. B. 10 µg-Boli i. v. oder ggf. Adrenalin). Potenziell möglich ist eine anaphylaktische Reaktion auf alle Narkosemedikamente, insbesondere aber auf Muskelrelaxanzien. Das standardisierte therapeutische Vorgehen bei allergischem Schock (z. B. Glucocorticoid, Antihistaminika, Volumentherapie und Adrenalin i. v.) muss unverzüglich erfolgen. **Blutungen im Mund-/Nasen-/Rachenraum und Aspiration** sind mit einer Inzidenz 14–20% beschrieben [65], daher ist die Vorhaltung einer einsatzbereiten Absaugung obligat. Eine **Hypoxie** kann mit einer Inzidenz von 5–18% auftreten [66]. Daher ist die effektive Präoxygenierung wichtig, um das Risiko von Hypoxien bei nicht erfolgreicher oder verzögerter Atemwegssicherung zu minimieren [60].

Narkosekonzepte in verschiedenen Notfallsituationen

Die nachfolgenden Narkosekonzepte basieren auf Vorschlägen der S1-Leitlinie „Prähospitaler Notfallnarkose beim Erwachsenen“ [54]:

Trauma/Polytrauma: Ein Vorschlag für ein Standardvorgehen zur prähospitalen

Tabelle 6

Notfallnarkose beim schwerverletzten Patienten (mod. nach [54]).

Fallbeispiel: Z. n. Verkehrsunfall, 25 Jahre männlich, RR_{sys} 110 mmHg, HR 96/min, S_pO₂ 88%, Gewicht ca. 70 kg, Schädel-Hirn-Trauma, Thoraxtrauma, Oberschenkelfraktur rechts offen, Fraktur des oberen Sprunggelenks links, bei Eintreffen des Notarztes im Fahrzeug eingeklemmt

Analgosedierung zur Technischen Rettung unter erhaltener Spontanatmung:
Midazolam 3 mg i. v.
+ Esketamin 25 mg i. v. (ggf. 10 mg repetitiv etwa alle 20 min.)
+ Volumengabe mittels geeigneter Infusionslösung i. v.

Narkosenvorbereitung und Präoxygenierung

Narkoseeinleitung* Thiopental 200 mg oder Midazolam 7 mg oder Propofol 100 mg i. v.
+ Esketamin 100 mg oder Fentanyl 0,2 mg oder Sufentanil 20 µg i. v.
+ Rocuronium 70-100 mg oder Succinylcholin 100 mg i. v.

Atemwegssicherung* ggf. Narkosevertiefung mit Midazolam 3–5 mg i. v.

Narkoseaufrechterhaltung* Midazolam 3–5 mg i. v. (repetitiv etwa alle 20 min)
+ Esketamin 20 mg (repetitiv etwa alle 20 min) oder
Fentanyl 0,15 mg i. v. (repetitiv etwa alle 20 min)
+ Rocuronium 20 mg i. v. (repetitiv 20 mg alle 20 min)

*Kreislaufunterstützung mit Noradrenalin mit je 10 µg-Boli je nach Ziel-RRsys oder per Spritzenpumpe.

Notfallnarkose beim schweren Trauma (Polytrauma) unter Berücksichtigung einer geeigneten Medikationenauswahl findet sich in Tabelle 6. Hierbei ist insbesondere auf eine hämodynamische Instabilität aufgrund einer Hypovolämie zu achten. Zur Induktion bieten sich insbesondere Ketamin und Midazolam an, eine ausreichende Volumengabe unter Narkoseinduktion ist essenziell.

Isoliertes Neurotrauma, Schlaganfall, intrakranielle Blutung: Zur Narkoseinduktion sind insbesondere hirndrucksenkende Hypnotika wie Propofol oder Thiopental geeignet und sollten Blutdruckspitzen (und damit auch einen konsekutiven Anstieg des Intrakraniellen Drucks) bei zu flacher Narkose vermeiden helfen.

Kardialer Risikopatient: In der Auswahl sollten Narkosemedikamente mit geringem Einfluss auf das Herz-Kreislaufsystem (Veränderungen von Inotropie, Vor- und Nachlast) bevorzugt werden (z.B. Midazolam, Etomidat, Fentanyl, Sufentanil).

Respiratorisch insuffizienter Patient: Zur Narkoseeinleitung sollten Substanzen mit kurzer Anschlagszeit verwendet werden. Aufgrund seiner bronchodilatatorischen Wirkung kann Ketamin speziell indiziert sein.

Medikamentenübersicht**Vorbetrachtungen**

Nachfolgend wird eine Übersicht zu den gebräuchlichsten Medikamenten im Rahmen der notfallmedizinischen Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung gegeben. Insgesamt ist zu beachten, dass gerade bei kritisch kranken bzw. kardiopulmonal instabilen Patienten die zur Analgesie und Notfallnarkose eingesetzten Medikamente adaptiert bzw. titrierend eingesetzt werden sollten, um kritische Hypotensionen oder kardiale Dekompensationen bis hin zum Herz-Kreislaufstillstand zu vermeiden.

Hypnotika

Propofol: Als klinisch wohl am weitesten verbreitetes Einleitungshypnotikum ist Propofol mittlerweile auch in vielen Rettungsdienstbereichen verfügbar (Tab. 7). Es verursacht Atemdepression und Blutdruckabfall durch Dämpfung sympathoadrener Stimulation sowie einer Reduktion des peripheren Gefäßwiderstands. Diese unerwünschten Wirkungen sind v.a. bei kardiovaskulärer Insuffizienz und Hypovolämie verstärkt. Für die RSI sollte Propofol daher nur bei kreislaufstabilen Patienten eingesetzt und die Dosierung situativ angepasst werden. Propofol ist rein hypnotisch wirksam und nachfolgend sollte aufgrund der

kurzen Halbwertszeit eine alternative Medikation zur Narkoseaufrechterhaltung (z.B. Midazolam) genutzt werden oder bei stabiler Hämodynamik die Aufrechterhaltung mit Propofol 2% mittels Spritzenpumpe erfolgen. Die hirndrucksenkende und antikonvulsive Wirkung der Substanz kann bei Schädel-Hirn-Trauma, intrakranieller Blutung und einem Status epilepticus zur Narkoseinduktion genutzt werden.

Etomidat: Als rein hypnotisch wirksames Einleitungsmedikament wird Etomidat aufgrund seiner hämodynamischen Stabilität nach wie vor in vielen Rettungsdienstbereichen vorgehalten (Tab. 7). Etomidat kann Myoklonien verursachen (CAVE: ggf. erschwerte Maskenbeatmung), daher sollte die vorherige Gabe eines Benzodiazepins erfolgen. Die beschriebene irreversible Inhibition der Cortisolsynthese in der Nebennierenrinde hat in den letzten Jahren zur vermehrten Nutzung von Alternativen oder sogar zum kompletten Ersatz von Etomidat geführt. Ketamin wird als gleichwertig zum Etomidat hinsichtlich des Intubationserfolges und der Kreislaufstabilität bewertet und sollte daher insbesondere bei Traumapatienten bevorzugt eingesetzt werden [59].

Midazolam: Als rasch, aber kurzwirksames Benzodiazepin hat Midazolam eine große therapeutische Breite (Tab. 7). Im Vergleich zu Etomidat hat Midazolam mit 1,5–2,5 h eine deutlich längere Plasmahalbwertszeit und kann in verschiedenen Kombinationen zur Narkoseeinleitung genutzt werden, allerdings nicht als Monosubstanz. Die Kombination mit Opioiden (z.B. Midazolam/Fentanyl) ist üblich, ebenso die Kombination mit Ketamin. Es eignet sich mittels Bolusgaben insbesondere zur Aufrechterhaltung der Narkose während des Transportes. Zudem wirkt Midazolam amnestisch und antikonvulsiv.

Thiopental: Als Trockensubstanz wird Thiopental in einigen Rettungsdienstbereichen vorgehalten (Tab. 7). Es zeigt als Barbiturat einen sehr schnellen Wirkeintritt, eine gute Reflexdämpfung und Narkosetiefe, bietet hirndrucksenkende

Tabelle 7

Hypnotika (mod. nach [54]).

Medikament	Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Propofol	Narkoseeinleitung: (1–) 1,5–2,5 mg/kg KG i. v. Narkoseaufrechterhaltung: 3 (4) – 6 (–12) mg/kg KG/h i. v. oder Bolusapplikation 0,25–0,5 mg/kg KG i. v. Wirkungseintritt: 15–45 s Wirkdauer: 5–10 min	Agonist am GABA-Rezeptor	Atemdepression bis Apnoe, Blutdruckabfall (negativ-inotrop, verminderter peripherer Gefäß- widerstand) v. a. bei Hypo- volämie, Erregungsphänomene, lokaler Injektionsschmerz, Histaminfreisetzung	geringe bronchodilatatorische Wirkung, günstig bei Schädel-Hirn- Trauma und erhöhtem ICP
Etomidat	Narkoseeinleitung: 0,15–0,3 mg/kg KG i. v. Wirkungseintritt: 15–45 s Wirkdauer (HWZ): 3–12 min	nicht vollständig geklärt, hypnotische Wirkung teilweise über einen GABA-ergen Mechanismus	Übelkeit und Erbrechen, leichte Atemdepression, lokale Injektionsschmerzen, Myoklonien	Minderung der Cortisolynthese (11 β -Hydroxylase) auch bei Einzel- bolusgabe mit besonderem Risiko bei Sepsis und Trauma für Komplika- tionen wie ARDS, Multiorganver- sagen, längere Krankenhausaufent- haltsdauer, mehr Beatmungstage, längere Intensivaufenthaltsdauer, höhere Letalität
Midazolam	Narkoseeinleitung: 0,15–0,2 mg/kg KG i. v. Narkoseaufrechterhaltung: 0,03–0,2 mg/kg KG i. v. Wirkeintritt: 60–90 s Wirkdauer (HWZ): 1–4 h	Bindung an α -Untereinheit des GABA-Rezeptors bewirkt eine verlängerte Öffnung von Chlorid-Kanälen und damit eine verstärkte Wirkung des inhibitorischen ZNS-Trans- mitters GABA	Paradoxe Erregung CAVE: Kombination mit Alkohol (verstärkte Alkohol- wirkung), Ateminsuffizienz in Kombination mit Opioiden	CAVE: Fehldosierung bei Verwechs- lung bei Vorhaltung unterschied- licher Konzentrationen (5 mg/5 ml (=1 mg/ml) Ampulle und 15 mg/3 ml (= 5 mg/ml) Ampulle)
Thiopental	Narkoseeinleitung: 3–5 mg/kg KG i. v. Wirkeintritt: 10–20 s Wirkdauer 6–8 min	Agonist am GABA-Rezeptor	Atemdepression, Hypotension, Histaminliberation	Trockensubstanz, muss vor Anwendung aufgelöst werden, CAVE: Nekrosen durch Paravasat

und antikonvulsive Eigenschaften, sodass es sich insbesondere zur Narkoseeinleitung bei Schädel-Hirn-Trauma, intrakranieller Blutung und einem Status epilepticus eignet. Nebenwirkungen sind Hypotension (daher Volumenmanagement und ggf. Vasopressoren), Histaminfreisetzung mit möglichem Bronchospasmus und ausgeprägte Nekrosen bei paravasaler Applikation.

Analgetika

Fentanyl: In den meisten Rettungsdienstbereichen ist Fentanyl etabliert und kann in geringen Dosierungen zur alleinigen Analgesie unter Spontanatmung sowie in Kombination mit einem Hypnotikum bei der Narkoseinduktion und -aufrechterhaltung vorsichtig titrierend eingesetzt werden (Tab. 8). Es ist ebenso intranasal und bukkal wirksam. Wesentliche Nebenwirkung ist die dosisabhängige Atemdepression, die es insbesondere bei geriatrischen Patienten zu beachten gilt.

Sufentanil: Die größte μ -Rezeptoraffinität der in der Notfallmedizin gebräuchlichen Opioide weist Sufentanil auf, besitzt aber wie Fentanyl keine Zulassung als reines Analgetikum ohne Intubationsnarkose (Tab. 8). Es wird titriert als Bolus oder kontinuierlich über Spritzenpumpe verabreicht.

Ketamin/Esketamin: Dosisabhängig kann Ketamin bzw. Esketamin sowohl zur Analgesie als auch zur Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung genutzt werden. In niedrigen Dosen ist eine **dissoziative Anästhesie** (kataleptischer Zustand mit Amnesie und Analgesie) erwünscht, bei der Schutzreflexe als auch die Spontanatmung dosisabhängig erhalten bleiben. In mittlerer Dosierung wird eine Hypnose induziert, in hoher Dosierung zudem eine Bronchodilatation erzielt, daher ist Ketamin insbesondere zur Narkoseinduktion bei Status asthmaticus geeignet. Die Opioid- und

NMDA (N-Methyl-D-Aspartat)-Rezeptorvermittelte analgetische Wirkung ist erwünscht. Als unerwünschte Wirkung sind Erregungszustände und Alpträume (daher Co-Medikation mit Benzodiazepin) beschrieben, ebenso Hyperakusis und Hypersalivation (Absaugung). Auch beim Schädel-Hirn-Trauma kann Ketamin eingesetzt werden, wenn eine Normoventilation kapnographisch überwacht wird.

Muskelrelaxanzien

Bei der RSI sind Muskelrelaxanzien mit schneller Anschlagszeit essenziell (Tab. 9), gerade deshalb sind Rocuronium und Succinylcholin geeignete Medikamente für die Notfallmedizin. Succinylcholin zeichnet sich gegenüber Rocuronium durch eine schnellere Anschlagszeit und eine deutlich kürzere Wirkdauer aus; aufgrund des Nebenwirkungsprofils und möglicher Kontraindikationen (Hyperkaliämie, Kontraindikationen: länger

Tabelle 8

Analgetika (mod. nach [67]).

Medikament	Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Morphin 10 mg/1 ml	fraktionierte Gabe, z. B. 2,5 mg-Boli i. v.	reiner Agonist an Opiatrezeptoren mit hoher Affinität zum μ -Rezeptor und geringer Affinität zum κ -Rezeptors Senkung des pulmonal-vaskulären Widerstand hydrophile Substanz, daher Wirkeintritt verzögert (5–15 min) Wirkdauer 3–5 h	Atemdepression, Muskelrigidität, Hypotension v.a. bei Hypovolämie, Emesis, Nausea, Bradykardie, Pruritus, Bronchospasmus, Sedierung	Antidot: Naloxon Histaminfreisetzung aktiver Metabolite Morphin-6-Glukuronid und Morphin-3-Glukuronid mit Gefahr der Kumulation bei Niereninsuffizienz
Piritramid 7,5 mg/1 ml 15 mg/2 ml	0,1 mg/kg zur Analgesie	Potenz 0,7 (Morphinäquivalent) Wirkbeginn nach 5–15 Minuten Wirkdauer 3–4 Stunden	Atemdepression Muskelrigidität Hypotension v.a. bei Hypovolämie Bradykardie	
Fentanyl 0,1 mg/2 ml 0,5 mg/10 ml	Analgesie: Bolusgaben von 0,05–0,1 mg i. v. titrieren Narkoseeinleitung: initial 2 μ g/kg KG i.v. Narkoseaufrechterhaltung: 1–3 μ g/kg i.v. Wirkungseintritt: <30 s Wirkdauer (mittlere): 0,3–0,5 h	reiner Agonist an Opiatrezeptoren mit hoher Affinität zum μ -Rezeptor und geringer Affinität zum κ -Rezeptor	Atemdepression Muskelrigidität Hypotension v.a. bei Hypovolämie Bradykardie	Antidot: Naloxon, Lagerung: vor Licht schützen Thoraxrigidität möglich
Sufentanil	initial 0,15–0,7 μ g/kg i. v. + 0,15 μ g/kg i. v. repetitiv Wirkungseintritt: <2–3 min Wirkdauer (mittlere): 0,2–0,3 h	reiner Agonist an Opiatrezeptoren mit hoher Affinität zum μ -Rezeptor und geringer Affinität zum κ -Rezeptor	Atemdepression, Muskelrigidität, Hypotension v. a. bei Hypovolämie, Bradykardie	Antidot: Naloxon, Lagerung: vor Licht schützen
Esketamin	0,25–0,5 mg/kg KG i. v. bei Erhalt der Schutzreflexe zur Analgesie Narkoseeinleitung: 0,5–1 mg/kg KG i. v. oder 1,5–5 mg/kg i. m. Wirkeintritt (i. v.): 30 s Wirkdauer (i. v.): 5–15 min	nicht-kompetitiver Antagonismus am NMDA-Rezeptor agonistisch an Opiatrezeptoren Hemmung der peripheren Wiederaufnahme von Katecholaminen Einfluss auf die zentrale und periphere monoaminerge und cholinerge Übertragung, führt zu einer dissoziativen Anästhesie	sympathomimetisch: Anstieg von Herzfrequenz und Blutdruck Atemdepression bis Apnoe gesteigerte Abwehrreflexe im Pharynx- und Larynxbereich (CAVE: Laryngospasmus bei Absaugen/Intubation), Angstzustände, Halluzinationen	Esketamin steigert ICP nicht und kann beim Schädel-Hirn-Trauma eingesetzt werden, vorsichtiger Einsatz beim schweren kardialen Versagen, Lagerung: nicht unter 0°C wegen Bruchgefahr des Behältnisses
Ketamin	0,5–1 mg/kg KG i. v. bei Erhalt der Schutzreflexe zur Analgesie Narkoseeinleitung: 1–2 mg/kg KG i. v. oder 4–10 mg/kg i. m. Wirkeintritt (i. v.): 30 s Wirkdauer (i. v.): 5–15 min	nicht-kompetitiver Antagonismus am NMDA-Rezeptor agonistisch an Opiatrezeptoren Hemmung der peripheren Wiederaufnahme von Katecholaminen Einfluss auf die zentrale und periphere monoaminerge und cholinerge Übertragung, führt zu einer dissoziativen Anästhesie	sympathomimetisch: Anstieg von Herzfrequenz und Blutdruck Atemdepression bis Apnoe gesteigerte Abwehrreflexe im Pharynx- und Larynxbereich (CAVE: Laryngospasmus bei Absaugen/Intubation), Angstzustände, Halluzinationen	Ketamin steigert ICP nicht und kann beim Schädel-Hirn-Trauma eingesetzt werden, vorsichtiger Einsatz beim schweren kardialen Versagen, bronchodilatatorische Wirkung bei Asthma, Lagerung: nicht unter 0°C wegen Bruchgefahr des Behältnisses

Tabelle 9

Muskelrelaxanzien (mod. nach [54]).

Medikament	Dosierung	Wirkmechanismus	Nebenwirkungen	Besonderheiten
Succinylcholin	Einzel-dosis: in allen Altersgruppen 1,0–1,5 mg/kg KG i. v. Wirkeintritt: 60–90 s Wirkdauer: 3–6 min	einziges depolarisierendes Muskelrelaxans, Wirkung am nikotinischen Acetylcholin (ACH)-Rezeptor an der motorischen Endplatte	Arrhythmien, Tachykardie, Bradykardie, Kaliumliberation bis Asystolie, Blutdruckstörungen Muskelschmerzen nach Faszikulationen allergische Reaktionen Erhöhung des Augeninnendrucks (CAVE: penetrierende Verletzungen) Erhöhung des intragastralen Drucks erhöhter Speichelfluss erhöhter Kieferdruck (bis zu 60 s), maligne Hyperthermie	Erhöhte Empfindlichkeit bei neuromuskulären Erkrankungen (ggf. Dosisreduktion), Präcurarisierung mit nicht-depolarisierenden Muskelrelaxanzien schwächt Nebenwirkungen ab, auffälliger Rigor des M. masseter gilt als Warnhinweis für Rhabdomyolyse oder maligne Hyperthermie, bei Aktivitätsreduktion der Cholinesterase Wirkdauerverlängerung
Rocuronium	zur RSI: 1,0–1,2 mg/kg KG i. v. bei geriatrischen Patienten 0,6 mg/kg KG i. v. (Wirkungsdauer evtl. verlängert) Wirkeintritt: 60–120 s Wirkdauer: 30–67 min	mittellang wirkende, nicht-depolarisierende neuromuskuläre Blockade kompetitive Wirkung dem an der motorischen Endplatte gelegenen nikotinergen ACH-Rezeptor	Tachykardie, Injektionsschmerz, allergische Reaktion	reversierbar durch Sugammadex physikalisch inkompatibel mit: Dexamethason, Diazepam, Furosemid, Hydrocortison-Natriumsuccinat, Insulin, Intralipid, Methylprednisolon, Prednisolon-Natriumsuccinat, Thiopental

bestehende Immobilisation, möglicher Trigger einer malignen Hyperthermie) wird auch prähospital allerdings vermehrt Rocuronium eingesetzt. Letztlich kann nur eine Muskelrelaxation unter Notfallbedingungen optimierte Intubationsbedingungen schaffen. Bei korrekter Indikationsstellung ist eine potenzielle Reversierung bzw. Antagonisierung aktuell Gegenstand der Diskussion, im Sinne einer „Vorwärtsstrategie“ des prähospitalen Atemwegsmanagements sollten hier aus Sicht der Autoren Maßnahmen zur alternativen Atemwegssicherung vorgehalten und konsequent umgesetzt werden.

Aufrechterhaltung der Narkose

Prähospital ist lediglich eine rein intravenöse Aufrechterhaltung der Narkose möglich. Als Substanz der Wahl bietet sich hier aufgrund der Steuerbarkeit und ubiquitären Verfügbarkeit vor allem Midazolam an, das fraktioniert während der prähospitalen Versorgung und dem Transport appliziert werden kann. Auch eine Fortführung der Analgesie sollte bei längeren Transporten bedacht werden. Alternativ kann bei Verfügbarkeit auch Propofol mittels Spritzenpumpe

appliziert werden, wobei insbesondere auf die hämodynamische Stabilität geachtet werden muss. Insbesondere bei Manipulationen am Patienten und der Umlagerung ist auf eine ausreichende Narkosetiefe zu achten, um Komplikationen (z. B. Awareness, Tubusdislokationen, Anstieg des intrakraniellen Drucks durch einsetzende Spontanatmung oder Schmerzen) zu vermeiden.

Literatur

- Hossfeld B, Holsträter S, Bernhard M, Lampl L, Helm M, Kulla M: Prähospital Analgesie bei Erwachsenen – Schmerz- erfassung und Therapieoptionen. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzth* 2016;51:84–95
- Indikationskatalog für den Notarzteinsatz. Handreichung für Telefon- disponenten in Notdienstzentralen und Rettungsleitstellen, Stand: 22.02.2013. *Deutsches Ärzteblatt* 2013;110(11):A-521
- Hofmann-Kiefer K, Praeger K, Fiedermutz M et al: Qualität schmerztherapeutischer Maßnahmen bei der präklinischen Versorgung akut kranker Patienten. *Anaesthesist* 1998;47:93–101
- Hofmann-Kiefer K, Praeger K, Buchfelder A et al: Präklinische Schmerz- therapie an einem innerstädtischen Notarztstandort. *Anästhesiol Intensivmed* 1998;8:362–368
- Guéant S, Taleb A, Borel-Kühner J, et al: Quality of pain management in the emergency department: results of a multicenter prospective study. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28:97–105
- Todd KH, Ducharme J, Choiniere M et al: Pain in the emergency department: results of the pain and emergency medicine initiative (PEMI) multicenter study. *J Pain* 2007;6:460–466
- Abbuhl FB, Reed DB: Time to analgesia for patients with painful extremity injuries transported to the emergency department by ambulance. *Prehosp Emerg Care* 2003;7:445–447
- McEachin CC, McDermott JT, Swor R: Few emergency medical services patients with lower-extremity fractures receive prehospital analgesia. *Prehosp Emerg Care* 2002;6:406–410
- Oberholzer N, et al: Factors Influencing Quality of Pain Management in a Physician Staffed Helicopter Emergency Medical Service. *Anesth Analg* 2017; 125:200–209
- Albrecht E, Taffe P, Yersin B, Schoettker P, Decosterd I, Hugli O: Undertreatment of acute pain (oligoanalgesia) and medical practice variation in prehospital analgesia of adult trauma patients: a 10 yr retrospective study. *Br J Anaesth* 2013; 110:96–106

Review Articles

Medical Education

11. Galinski M, Ruscev M, Gonzalez G, et al: Prevalence and Management of Acute Pain in Prehospital Emergency Medicine. *Prehosp Emerg Care* 2010;14:334–339
12. Stork B, Hofmann-Kiefer K: Analgesia as an important component of emergency care. *Notfall Rettungsmed* 2008; 11:427–438
13. Bendall JC, Simpson PM, Middleton PM: Prehospital vital signs can predict pain severity. *Europ J Emerg Med* 2011;18: 334–339
14. Shade BR, Collins TE, Wertz EM, et al: Mosby's EMT Intermediate textbook for the 1999 National Standard Curriculum, 3. Auflage. St. Louis: Mosby 2007
15. Girschbach FF, Bernhard M, Hammer N, Bercker S: Intranasale Medikamentenapplikation im Rettungsdienst. Technik und Indikationen. *Notfall Rettungsmed* 2018;21:120–128
16. Helm M, Gräsner JT, Gries A, Fischer M, Böttiger BW, Eich C et al: Die intraossäre Infusion in der Notfallmedizin. *Anästh Intensivmed* 2018;59:667–677
17. Green SM, Roback MG, Kennedy RM, et al: Clinical practice guideline for emergency department ketamine dissociative sedation: 2011 update. *Ann Emerg Med* 2011;57:449–461
18. Taeger K: Leitlinie zur Sedierung und Analgesie (Analgesedierung) von Patienten durch Nicht-Anästhesisten. *Anästh Intensivmed* 2002;43:639–641
19. Häske D, Böttiger BW, Bouillon B, Fischer M, Gaier G, Gliwitzky B et al: Analgesie bei Traumapatienten in der Notfallmedizin: Eine systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse. *Dtsch Arztebl Int* 2017;114:785–792
20. Rörtgen D, Schaumberg A, Skorning M, et al: Stocked medications in emergency physician-based medical services in Germany. Reality and requirements according to guidelines. *Anaesthesist* 2011;60:312–324
21. Craig M, Jeavons R, Probert J, Bengner J: Randomised comparison of intravenous paracetamol and intravenous morphine for acute traumatic limb pain in the emergency department. *Emerg Med J* 2012;29:37–39
22. Hoogewijs J, Diltor MW, Hubloue I, et al: A prospective, open, single blind, randomized study comparing four analgesics in the treatment of peripheral injury in the emergency department. *Eur J Emerg Med* 2000;7:119–123
23. Viallon A, Marjollet O, Guyomarch P, et al: Analgesic efficacy of orodispersible paracetamol in patients admitted to the emergency department with an osteoarticular injury. *Eur J Emerg Med* 2000;14:337–342
24. Woo WW, Man SY, Lam PK, Rainer TH: Randomized double-blind trial comparing oral paracetamol and oral nonsteroidal antiinflammatory drugs for treating pain after musculoskeletal injury. *Ann Emerg Med* 2005;46:352–361
25. Furyk J, Levas D, Close B, et al: Intravenous versus oral paracetamol for acute pain in adults in the emergency department setting: a prospective, double-blind, double-dummy, randomised controlled trial. *Emerg Med J* 2018;35: 179–184
26. Angster R, Hainsch-Müller I: Post-operatives Schmerzmanagement. *Anaesthesist* 2005;54:505–533
27. Roger L, Cros J, Boulogne P, et al: Inhibition of acetaminophen analgesic action by ondansetron after amygdalotomy in children: the Paratron randomized trial: 10AP5-4. *Eur Journal Anaesthesiol* 2014;31:174
28. Kötter T, daCosta BR, Fässler M, Blozik E, Linde K, Jünger P, et al: Metamizole-Associated Adverse Events: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One* 2015;10:e0122918
29. Metamizol (Novalgin, Berlosin, Novaminsulfon, etc.): BfArM weist auf richtige Indikationsstellung und Beachtung von Vorsichtsmaßnahmen und Warnhinweisen hin. <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RI/2009/RI-metamizol.html> (Zugriffsdatum: 13.01.2020)
30. Polzin A, Zeus T, Schror K, et al: Dipyrone (metamizole) can nullify the antiplatelet effect of aspirin in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:1725–1726
31. Polzin A, Richter S, Schror K, et al: Prevention of dipyrone (metamizole) induced inhibition of aspirin antiplatelet effects. *Thromb Haemost* 2015;114:87–95
32. Achilles A, Mohring A, Dannenberg L, et al: Analgesic medication with dipyrone in patients with coronary artery disease: Relation to MACCE. *Int J Cardiol* 2017;236:76–81
33. Chudnofsky CR, Weber JE, Stoyanoff PJ, et al: A combination of midazolam and ketamine for procedural sedation and analgesia in adult emergency department patients. *AcadEmergMed* 2000;7:228–235
34. Bourgoin A, Albanese J, Leone M, et al: Effects of sufentanil or ketamine administered in target-controlled infusion on the cerebral hemodynamics of severely brain-injured patients. *Crit Care Med* 2005;33:1109–1113
35. Bredmose PP, Lockey DJ, Grier G, Watts B, Davies G: Pre-hospital use of ketamine for analgesia and procedural sedation. *Emerg Med J* 2009;26:62–64
36. Häske D, Schempf B, Gaier G et al: Prähospital Analgesedierung durch Rettungsassistenten. *Anaesthesist* 2014; 63:209–216
37. Höll M: Präklinische Analgesedierung mit Ketamin-S und Midazolam durch Notfallsanitäter. *Anästh Intensivmed* 2017;58:S108
38. Schempf B, Casu S, Häske D: Prähospital Analgesedierung durch Notärzte und Rettungsassistenten. *Anaesthesist* 2017;66:325–332
39. Johansson J, Sjöberg J, Nordgren M, Sandström E, Sjöberg F, Zetterström H: Prehospital analgesia using nasal administration of S-ketamine – a case series. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:38
40. Yeaman F, Oakley E, Meek R, Graudins A: Sub-dissociative dose intranasal ketamine for limb injury pain in children in the emergency department: a pilot study. *Emerg Med Australas* 2013;25:161–167
41. Keita H, Tubach F, Maalouli J, et al: Age-adapted morphine titration produces equivalent analgesia and adverse effects in younger and older patients. *Eur J Anaesthesiol* 2008;25:352–356
42. Galinski M, Dolveck F, Combes X, et al: Management of severe acute pain in emergency settings: ketamine reduces morphine consumption. *Am J Emerg Med* 2007;25:385–390
43. Farag M, Spinhakis N, Srinivasan M, et al: Morphine analgesia pre-PPCI is associated with prothrombotic state, reduced spontaneous reperfusion and greater infarct size. *Thromb Haemost* 2018;118:601–612
44. Kotwal RS, O'Connor KC, Johnson TR, et al: A novel pain management strategy for combat casualty care. *Ann Emerg Med* 2004;44:121–127
45. Scharonow M, Alberding T, Oltmanns W, Weillbach C: Project for the introduction of prehospital analgesia with fentanyl and morphine administered by specially trained paramedics in a rural service area in Germany. *J Pain Res* 2017;10: 2595–2599
46. Greb I, Wranze E, Hartmann H, Wulf H, Kill C: Analgesie beim Extremitätentrauma durch Rettungsfachpersonal. *Notfall Rettungsmed* 2011;14:135–142

Medical Education

Review Articles

47. Brokmann JC, Rossaint R, Hirsch F, Beckers SK, Czaplak M, Chohanetz M, et al: Analgesia by telemedically supported paramedics compared with physician-administered analgesia: A prospective, interventional, multicentre trial. *Eur J Pain* 2016; 20:1176–1184
48. Kariman H, Majidi A, Amini A, et al: Nitrous oxide/oxygen compared with fentanyl in reducing pain among adults with isolated extremity trauma: A randomized trial. *Emerg Med Australas* 2011;23(6):761–768. DOI: 10.1111/j.1742-6723.2011.01447.x
49. Hengefeld N, Lukas RP, Klaus S et al: Lachgas-Sauerstoff-Gemisch (Livopan®) bei Extremitätentrauma – die LABET Studie. *Anästh Intensivmed* 2014;55:S13
50. Rote-Hand-Brief zu Haldol® und Haldol Decanoat Depot® (Haloperidol): Änderungen der Indikationen und Dosierung. <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RHB/2017/rhb-haldol.html> (Zugriffsdatum: 13.01.2020)
51. Stollings JL, Diedrich DA, Oyen LJ, et al: Rapid-sequence intubation: a review of the process and considerations when choosing medications. *Ann Pharmacother* 2014;48:62–76
52. Adams HA, Flemming A: Analgesie, Sedierung und Anästhesie in der Notfallmedizin. *Anästh Intensivmed* 2015;56:75–90
53. Timmermann A, Böttiger BW, Byhahn C, Dörge V, Eich C, Gräsner JT et al: S1-Leitlinie: Prähospitaler Atemwegsmanagement (Kurzfassung). *Anästh Intensivmed* 2019;60:316–336. DOI: 10.19224/ai2019.316
54. Bernhard M, Bein B, Böttiger BW, Bohn A et al: Handlungsempfehlung: Prähospitaler Notfallnarkose beim Erwachsenen. *Anästh Intensivmed* 2015; 56:S477–S491
55. Sefrin P, Kuhnigk H, Wurmb T: Narkose im Rettungsdienst. *Notarzt* 2014;30:73–84
56. Cook T, Behringer EC, Bengler J: Airway Management outside the operating room: hazardous and incompletely studied. *Curr Opin Anesthesiol* 2012;25:461–469
57. Heuer JF, Barwing TA, Barwing J, et al: Incidence of difficult intubation in intensive care patients: Analysis of contributing factors. *Anaest Intensive Care* 2012;40:120–127
58. Paal P, Herff H, Mitterlechner T, et al: Anesthesia in prehospital emergencies and in the emergency room. *Resuscitation* 2010;81:148–154
59. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung, AWMF-Register Nr.: 012/019
60. Weingart SD, Levitan RM: Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management. *Ann Emerg Med* 2012;59(3):165–175
61. DIVI-Empfehlung zur Kennzeichnung von Spritzen in der Intensiv- und Notfallmedizin 2012. <https://www.divi.de/empfehlungen/publikationen/empfehlung-spritzenetiketten/349-20120702-publikationen-divi-spritzenetiketten-empfehlung> (Zugriffsdatum: 13.01.2020)
62. Maconochie IK, Bingham R, Eich C et al: Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern („paediatric life support“). *Notfall + Rettungsmedizin* 2015;18:932
63. Newton A, Ratchford A, Khan I: Incidence of adverse events during prehospital rapid sequence intubation: A review of one year on the London helicopter emergency medical service. *J Trauma* 2008;64:487–492
64. Rognås L, Hansen TM, Kirkegaard H, Tønnesen E: Pre-hospital advanced airway management by experienced anaesthesiologists: a prospective descriptive study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:58
65. Helm M, Hossfeld B, Schäfer S, Hoitz J, Lampl L: Factors influencing emergency intubation in the prehospital setting – a multicentre study in the German Helicopter Emergency Medical Service. *Br J Anaesth* 2006;96:67–71
66. Helm M, Kremers G, Lampl L, Hossfeld B: Incidence of transient hypoxia during pre-hospital rapid sequence intubation by anaesthesiologists. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57:199–205
67. Hossfeld B, Holsträter S, Bernhard M, Lampl L, Helm M, Kulla M: Prähospitaler Analgesie beim Erwachsenen. *Notfall-med up2date* 2015;10:269–284.

Korrespondenz- adresse



**Priv.-Doz. Dr. med.
Michael Bernhard,
MHBA**

Zentrale Notaufnahme
Universitätsklinik Düsseldorf
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf, Deutschland
Tel.: 0211 81-07749
Fax: 0211 81-015-07749
E-Mail: Michael.Bernhard@
med.uni-duesseldorf.de
ORCID-ID: 0000-0003-1179-7943