

# Checkliste Interdisziplinäre Intensivmedizin

von  
Martin Leuwer

überarbeitet

[Checkliste Interdisziplinäre Intensivmedizin – Leuwer](#)

schnell und portofrei erhältlich bei [beck-shop.de](http://beck-shop.de) DIE FACHBUCHHANDLUNG

Thematische Gliederung:

[Intensivmedizin](#) – [Intensivmedizin](#)

Thieme 2004

Verlag C.H. Beck im Internet:

[www.beck.de](http://www.beck.de)

ISBN 978 3 13 116912 9

# 16 Analgosedierung, Narkose und Muskelrelaxation

## 16.1 Analgosedierung

M. Leuwer, O. Zuzan

### Grundlagen

#### ► Ziele der Analgosedierung bei Intensivpatienten:

- Schmerzfreiheit.
- Angstfreiheit.
- Vermeidung von Stressreaktionen.
- Tolerieren der maschinellen Beatmung.

#### ► Prinzipien:

- Immer *Kombination* eines Analgetikums, eines Sedativums und ggf. auch einer supportiven Medikation (s.S. 138).
- Das Analgosedierungsregime *individuell* an die Bedürfnisse des einzelnen Patienten anpassen; die Bandbreite kann hierbei von gar keiner medikamentösen Therapie über verschiedene Analgesie- und Sedierungsformen bis hin zur tiefen Narkose reichen.
- Die Sedierung sollte dem Patienten mindestens einen ausreichenden Nachtschlaf erlauben und sich, wenn möglich, auch nach einem Tag-Nacht-Rhythmus richten.
- Das Verhalten gegenüber bewusstseinsgetrübten und/oder sedierten Patienten sollte sich nicht von dem gegenüber wachen Patienten unterscheiden.

#### ► Kriterien zur Auswahl und Dosierung von Medikamenten:

- Grunderkrankung.
- Aktueller somatischer Zustand des Patienten (Hämodynamik u. a.).
- Psychische Situation des Patienten.
- Schmerzintensität.
- Medikamenteninteraktionen.
- Bestehende Organinsuffizienzen (Leber, Niere).
- Geplante Dauer der Analgosedierung.

#### ► Allgemeine Dosierungsrichtlinien:

- *Kein fixes Schema!* Das Verhältnis von Analgesie- und Sedierungsbedarf kann sich im Verlauf ebenso ändern wie der Gesamtbedarf.
- Engmaschig überprüfen, ob eine Modifikation der Dosierungen möglich oder notwendig ist. In den meisten Fällen gilt: *So viel wie nötig, so wenig wie möglich!* (Die angegebenen Dosierungen sind nur grobe Anhaltspunkte; die Dosierungen der einzelnen Elemente der Analgosedierung sollten möglichst nach Wirkung erfolgen, wobei die Qualität von Analgesie und Sedierung nur schwer objektivierbar ist).
- Von Patient zu Patient (interindividuell) und auch im zeitlichen Verlauf bei einem Patienten (intraindividuell) gibt es große Unterschiede hinsichtlich der erforderlichen Dosierungen.
- Grundsätzlich ist zur Langzeit-Analgosedierung die Verwendung von Substanzen mit geringer Kumulationsneigung erstrebenswert.
- Die Beendigung einer Analgosedierung sollte ausschleichend erfolgen.

- Bei scheinbar unzureichender Sedierungstiefe immer an mögliche Ursachen denken, z.B.: Fehlfunktion oder inadäquate Einstellung des Respirators, Hypoxämie, Schmerzen, Irritation/Hustenreiz durch Trachealsekret oder Tubusbewegungen in der Trachea, volle Blase, Meteorismus, unbequeme Lagerung.

■ **Beachte:** Die hier erwähnten Methoden zur Analgesie und Sedierung sind nur unter intensivmedizinischer Überwachung von Atmung/Beatmung und Kreislauf-funktion anzuwenden!

► **Probleme der Analgosedierung:**

- Eingeschränkte neurologische Beurteilbarkeit.
- Medikamenteninteraktionen.
- Kumulation und verzögertes Erwachen.
- Toleranzentwicklung und Gewöhnung.
- Entzugerscheinungen und psychische Auffälligkeiten nach dem Absetzen.

## Klinische Beurteilung der Sedierungstiefe

1. **Allgemeine klinische Beurteilung**, s. Tab. 25.

2. **Ramsay-Score** (s. Tab. 26): Bei den meisten Patienten wird ein Stadium angestrebt, das dem Score-Wert 2–4 entspricht (mit ggf. kurzfristiger Erhöhung der Sedierungstiefe bei bestimmten Maßnahmen oder Interventionen).

**Tab. 25 · Kriterien zur klinischen Beurteilung der Sedierungstiefe**

**Augenöffnen:**

- spontan
- auf Ansprache
- auf Schmerzreiz
- gar nicht

**Husten:**

- spontan, kräftig
- spontan, schwach
- beim Absaugen
- gar nicht

**motorische Antwort:**

- auf Aufforderung
- zielgerichtete Bewegungen
- ungezielte Bewegungen
- keine

**Atmung:**

- spontan, Normoventilation
- spontan mit Triggerung des Respirators
- Apnoe

**Tab. 26 · Ramsay-Score**

| Score | Sedierungstiefe                                          |           |
|-------|----------------------------------------------------------|-----------|
| 1     | ängstlich, unruhig, agitiert                             | wach      |
| 2     | kooperativ, orientiert, ruhig                            | wach      |
| 3     | reagiert nur auf Kommandos                               | wach      |
| 4     | prompte Reaktion auf taktile oder laute akustische Reize | schlafend |
| 5     | träge Reaktion auf taktile oder laute akustische Reize   | schlafend |
| 6     | keine Reaktion                                           | schlafend |

## Substanzen, Substanzkombinationen

- ▶ **Opioid** (s.S. 140) + **Benzodiazepin** (s.S. 144):
  - *Klinische Anwendung:* Analgosedierung bei beatmeten Patienten mit starken Schmerzen.
  - *Präparatekombinationen:* Denkbar sind prinzipiell die verschiedensten Kombinationen von Opioiden und Benzodiazepinen. Eine übliche Variante ist die Kombination von Fentanyl und Midazolam.
  - *Anplikationsform:* In der Regel als Dauerinfusion über Injektionspumpen.
  - *Vorteile:* Schneller Wirkungseintritt, mäßige Kumulationsneigung, akzeptable Steuerbarkeit.
- ▶ **Opioid** (s.S. 140) + **Barbiturat** (s.S. 144):
  - *Klinische Anwendung:* Beatmete Patienten mit starken Schmerzen; wenn eine Senkung des zerebralen Sauerstoffverbrauchs und des intrakraniellen Drucks erwünscht ist (Hirndruck, SHT etc.).
  - *Fentanyl + Thiopental:* Etabliertes Regime bei SHT-Patienten; von Nachteil ist die lange Eliminationshalbwertszeit von Thiopental (Kumulationsneigung, verzögertes Erwachen, erschwerte neurologische Beurteilung). Applikation als Dauerinfusion über Injektionspumpen.
  - *Fentanyl + Methohexital:* Alternative zu Thiopental, kürzere Eliminationshalbwertszeit von Methohexital (geringere Kumulationsneigung), Applikation als Dauerinfusion über Injektionspumpen.
- ▶ **Opioid** (s.S. 140) + **Propofol** (s.S. 145):
  - *Klinische Anwendung:* Beatmete Patienten mit starken Schmerzen, schwankender Sedierungsbedarf, kurzdauernde Analgosedierung bzw. in der Entwöhnungsphase einer Respiratortherapie (hier dann Reduzieren/Ausschleichen des Opioides).
  - *Vorteile:* Kurze Wirkdauer und gute Steuerbarkeit.
- ▶ **Ketamin** (s.S. 143) + **Benzodiazepin** (s.S. 144):
  - *Klinische Anwendung:* Analgosedierung bei starken Schmerzen; wenn der Erhalt der Spontanatmung erwünscht ist; bei obstruktiver Atemwegsproblematik.
  - *Vorteile:* Analgesie bei fehlender Hemmung der Darmperistaltik, kaum Blutdruckabfälle (sympathomimetische Wirkung des Ketamins), geringe Atemdepression.
  - *Nachteil:* Vermehrte tracheobronchiale Sekretion.
  - ▶ **Beachte:** Traditionell galt ein erhöhter intrakranieller Druck als Kontraindikation für Ketamin; dies wird für kontrolliert beatmete Patienten aufgrund neuerer Ergebnisse bestritten.

## 16.2 Analgesie

M. Leuwer, O. Zuzan

### Grundlagen

- ▶ **Indikationen:**
  - Bekämpfung von Schmerzzuständen.
  - Reduktion schmerzbedingter Stressreaktionen und deren Folgen (gesteigerter Sauerstoffverbrauch, Tachykardie, Hypertonie, ggf. Koronarischemie, Hemmung der Darmperistaltik).

- Vermeidung schmerzbedingter Schonatmung bei thorakalen und abdominalen Schmerzen mit Sekretretention, Dystelektase/Atelektase und konsekutiver Pneumonie.

#### ■ **Grundregeln:**

- Der Schmerzursache auf den Grund gehen (Anamnese, Diagnostik)!
- Wenn vertretbar, (rasche) Diagnostik + Diagnose vor Schmerztherapie (cave Symptomverschleierung durch Analgesie).
- Schmerzfreiheit bzw. adäquate Schmerzlinderung ist wichtiger als die Angst vor Abhängigkeit.

### Nichtopioidanalgetika (peripher wirksame Analgetika)

- ▶ **Einsatz, Indikationen:** Vorwiegend bei weniger starken Schmerzen – bei Kombination mit Opiaten kann die notwendige Opiat-Dosis reduziert werden (v.a. bei der postoperativen Schmerztherapie).

- ▶ **Wirkmechanismus:** Verminderte Prostaglandinfreisetzung in Peripherie und ZNS.

- **Beachte:** Bei Patienten mit reduziertem renalem Blutfluss (z.B. Hypovolämie, Schock, Herzinsuffizienz) kann eine Hemmung der Prostazyklin-Freisetzung zu einer kritischen Verschlechterung der Nierenfunktion führen!

- ▶ **Metamizol (z. B. Novalgin, vgl. S. 676):**

- **Klinische Anwendung:** Mittelstarke bis starke Schmerzen, sehr gute Wirkung bei (spastischen) Schmerzen an intestinalen Hohlorganen, Fieber.
- **Unerwünschte Wirkungen:** Bei wiederholter Anwendung Risiko einer Agranulozytose, bei i.v.-Gabe Gefahr eines Schocks (allergisch/anaphylaktisch und direkt toxisch), Natrium- und Wasserretention, Asthma-Syndrom.
- **Kontraindikationen:** Überempfindlichkeit gegen Pyrazole, hepatische Porphyrie, Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase-Mangel, Schwangerschaft 1. und 3. Trimenon, Stillzeit.
- **Pharmakokinetik:** Eliminationshalbwertszeit 7 h. Metamizol wird nach der Applikation erst zu den aktiven Wirkstoffen 4-Methylaminophenazon und Aminophenazon metabolisiert. Die Elimination der aktiven Metaboliten kann bei eingeschränkter Leberfunktion deutlich verzögert sein. Wirkungsbeginn 1–8 min i. v., 20–40 min p. o.; Wirkdauer 3–5 h.
- **Dosierung:** Einzeldosis 0,5–1 g alle 4–6 h; Dauerinfusion mit 200 mg/h. Tageshöchstdosis 4–6 g; Einzeldosen als Kurzinfusion verabreichen.

- **Perfusor – Metamizol:** 2 Amp. à 5 ml (2,5 g) = 5 g + 40 ml NaCl 0,9%; LR 2 ml/h.

- ▶ **Diclofenac (z. B. Voltaren):**

- **Klinische Anwendung:** Leichte bis mittelstarke Schmerzen (v.a. im Bereich von Muskulatur und Bewegungsapparat).
- **Problem:** Meist keine parenterale Darreichungsform verfügbar.
- **Unerwünschte Wirkungen:** Nierenfunktionsstörungen, Rückgang der Diurese, Natrium- und Wasserretention, gastrointestinale Beschwerden, Magen-Darm-Ulzera, gastrointestinale Blutungen.
- **Kontraindikationen:** Magen-Darm-Ulzera, Nierenerkrankungen, Schock, Volumenmangel, Herzinsuffizienz, Aszites, Therapie mit Diuretika, Therapie mit nephrotoxischen Pharmaka, Gerinnungsstörungen, Schwangerschaft (1., 2.) Trimenon.
- **Pharmakokinetik:** Bioverfügbarkeit bei oraler Zufuhr 50%. Eliminationshalbwertszeit 1–2 h. Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler (65%) und biliärer (35%) Ausscheidung der Metaboliten. Wirkdauer nach Einzeldosis 6–8 h.
- **Dosierung:** Einzeldosis 50–75 mg p. o. bzw. 50–100 mg rektal; Tagesgesamtdosis maximal 150 mg.

## 16.2 Analgesie

### ► Paracetamol (z. B. ben-u-ron):

- *Klinische Anwendung:* Leichte bis mittelstarke Schmerzen bei wachen Patienten, Fieber.
- *Problem:* Keine parenterale Darreichungsform verfügbar.
- *Unerwünschte Wirkungen:* Bei relativer Überdosierung Leberschädigung bis hin zur Lebernekrose. Bei Lebergesunden gelten 8 g als toxische Grenzdosis, bei Patienten mit vorgeschädigter Leber kann die toxische Dosis deutlich niedriger sein!
- *Kontraindikationen:* Schwere Leberfunktionsstörungen, vorgeschädigte Niere.
- *Pharmakokinetik:* Eliminationshalbwertszeit 2–3 Stunden, Elimination hauptsächlich durch Metabolisierung in der Leber, Ausscheidung als Glucuronid oder Sulfat, 3% werden unverändert renal ausgeschieden.
- *Dosierung:* 0,5–1 g p.o., i.v. oder rektal alle 4–6 Stunden; Tagesgesamtdosis maximal 4 g (50 mg/kg KG).

### ► Acetylsalicylsäure (z. B. Aspirin, Godamed):

- *Klinische Anwendung:* Leichte bis mittelstarke Schmerzen.
- *Unerwünschte Wirkungen:* Hemmung der Thrombozytenaggregation mit erhöhter Blutungsgefahr (daher bei postoperativen Patienten zurückhaltend einsetzen), GIT-Beschwerden, -Ulzera, -Blutungen, Bronchospasmus, Nierenfunktionsstörungen, Natrium- und Wasserretention.
- *Kontraindikationen:* Magen-Darm-Ulzera, Nierenerkrankungen, Schock, Volumenmangel, Herzinsuffizienz, Aszites, Therapie mit Diuretika, Therapie mit nephrotoxischen Pharmaka, Gerinnungsstörungen, Überempfindlichkeit gegen Salicylat (Asthmaanfälle), Kinder < 12 Jahre (cave Reye-Syndrom), Schwangerschaft 3. Trimenon, obstruktive Lungenerkrankung (relativ).
- *Pharmakokinetik:* Acetylsalicylsäure wird in Plasma und Gewebe rasch zu Salicylsäure deacetyliert; Eliminationshalbwertszeit der Salicylsäure 4–7 Stunden; Metabolisierung in der Leber mit pH-abhängiger renaler Ausscheidung.
- *Dosierung:* 0,5–1 g i.v. oder p.o. als Einzeldosis alle 4 Stunden. Maximale Tagesdosis 4 g.

## Opioide

### ► Grundlagen:

- *Wirkmechanismus:* Opioide wirken spezifisch an zerebralen und spinalen Opioidrezeptoren.
- *Wirkungen:* Analgetisch, z. T. auch sedierend, antitussiv.
- *Unerwünschte Wirkungen:* Atemdepression, Sedierung, Übelkeit, Erbrechen, vagomimetische Wirkung (Blutdruckabfall, Bradykardie), Obstipation, Tonus-erhöhung des Sphincter oddi mit Gallenwegsspasmen, Miosis, Bronchospasmus.
- *Therapie von opioidinduzierter Übelkeit + Erbrechen:* Metoclopramid 7–10 mg (alle 6–8 h), Haloperidol 0,5–1 mg (alle 4–8 h), Dimenhydrinat 50 mg (alle 4–8 h), Scopolamin 0,3–0,5 mg (alle 4–6 h).
- *Kontraindikationen:* Erhöhter Hirndruck (Ausnahme: kontrollierte Beatmung, Hyperventilation), Ateminsuffizienz, Pankreatitis, chronisch entzündliche Darmerkrankungen, Hypovolämie mit Hypotension, Gallenwegserkrankung, Phäochromozytom, Myxödem, Prostatahyperplasie.
- *Antidot:* Naloxon 0,4–2 mg langsam i.v. (ggf. Wiederholung alle 3–5 min). NW: Schwindel, Erbrechen, Schwitzen, Tachykardie, Hypertonie, Tremor, Krampfanfall, Herzrhythmusstörungen, Lungenödem, bei Patienten mit Gewöhnung an Opioide akutes Entzugssyndrom. *Vorsicht bei Patienten mit Herzerkrankungen.*

► **Alfentanil (z. B. Rapifen, vgl. S. 631):**

- Kurzwirksames Opioid.
- *Analgetische Potenz:* 30fach stärker analgetisch wirksam als Morphin.
- *Klinische Anwendung:* Analgosedierung, balancierte und intravenöse Anästhesieverfahren.
- *Wirkungsverlauf:* Schneller Wirkungseintritt (Wirkmaximum nach 1 Minute), Wirkdauer nach Einzeldosis 10–30 min.
- *Pharmakokinetik:* Eliminationshalbwertszeit etwa 1,5 Stunden. Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Elimination der Metaboliten. Kumulation bei Leberinsuffizienz möglich.
- *Applikationsform:* Zur Langzeitanalgesie Dauerinfusion notwendig.
- *Dosierung:* Zur Narkoseeinleitung 10–30 µg/kg KG; zur Analgosedierung beim beatmeten Patienten 1–3 mg/h.

■ **Perfusor – Alfentanil:** 5 Amp. à 10 ml = 25 mg/50 ml; LR 2–6 ml/h.

- **Cave:** Bei schneller Injektion größerer Einzeldosen starker Abfall von Blutdruck und Herzfrequenz möglich (extrem schneller Wirkungseintritt, s.o.)!
- *Vorteil:* Vergleichsweise geringe Kumulationsneigung, gute Steuerbarkeit.

► **Fentanyl (vgl. S. 659):**

- Kurz- bis mittellang wirksames Opioid.
- *Analgetische Potenz:* 100–150fach stärker analgetisch wirksam als Morphin.
- *Klinische Anwendung:* Analgosedierung, balancierte und intravenöse Anästhesieverfahren, stärkste Schmerzen.
- *Wirkungsverlauf:* Wirkmaximum nach 5 min, Wirkdauer nach Einzeldosis 30–45 min.
- *Pharmakokinetik:* Eliminationshalbwertszeit nach Einzeldosis 2–5 Stunden, nach Dauerinfusion bis zu 16 Stunden! Metabolisierung in der Leber mit anschließender Elimination der Metaboliten über Nieren und Galle. Kumulation bei Leberinsuffizienz möglich. 10% des Fentanyls wird unverändert renal ausgeschieden.
- *Applikationsform:* Zur Langzeitgabe Dauerinfusion empfehlenswert.
- *Dosierung:* Initialbolus zur Narkoseeinleitung 2–10 µg/kg KG i.v.; Dauerinfusion zur Analgosedierung 0,1–0,4 mg/h.

■ **Perfusor – Fentanyl:** 5 Amp. à 10 ml = 2,5 mg/50 ml; LR 2–8 ml/h.

- *Nachteil:* Bei Langzeitapplikation Kumulation möglich (s.o.).

► **Piritramid (z. B. Dipidolor, vgl. S. 697):**

- Langwirksames Opioid.
- *Analgetische Potenz:* Schwächer analgetisch wirksam als Morphin (etwa Faktor 0,7).
- *Klinische Anwendung:* Zur längerfristigen Analgosedierung weniger gut geeignet; Einsatz vorwiegend zur postoperativen Schmerztherapie.
- *Wirkungsverlauf:* Wirkungseintritt bei i.v.-Gabe nach 5 min, nach i.m.-Gabe nach ca. 15 min. Wirkmaximum nach 10 min; Wirkdauer nach Einzeldosis etwa 3–6 Stunden.
- *Pharmakokinetik:* Bei Langzeitapplikation unbekannt. Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Ausscheidung der Metaboliten.
- *Applikationsform:* Verabreichung *nur in Einzeldosen*.
- *Dosierung:* 0,1–0,15 mg/kg KG i.v. bzw. 0,2–0,4 mg/kg KG i.m.

► **Pethidin (z. B. Dolantin, vgl. S. 692):**

- Langwirksames Opioid.
- *Analgetische Potenz:* 1/10 der Potenz von Morphin.
- *Klinische Anwendung:* Zur längerfristigen Analgosedierung weniger geeignet; Einsatz vorwiegend zur postoperativen Schmerztherapie. Wirksam gegen postoperatives „Shivering“.

## 16.2 Analgesie

- *Spezifische unerwünschte Wirkungen:* Vagolytische Wirkung mit Auslösung von Tachykardien; daher nicht für Patienten mit Herzinfarkt bzw. Myokardischämie geeignet. Auslösung epileptischer Anfälle (s.u.).
- *Wirkungsverlauf:* Wirkdauer nach Einzeldosis 2–6 Stunden.
- *Pharmakokinetik:* VD 2–3 l/kg, PB 60%, BV 48–63%. Spaltung und Demethylierung in der Leber; Konjugation mit anschließender renaler Ausscheidung. HWZ 3–8 h. Hauptmetabolit ist das pharmakologische aktive Norpethidin (HWZ 8–12 h).
- **Beachte:** Norpethidin kann insbesondere bei Nierenfunktionsstörungen oder bei wiederholter Verabreichung hoher Dosen kumulieren und epileptische Anfälle hervorrufen.
- *Applikationsform:* Verabreichung nur in Einzeldosen.
- *Dosierung:* 12,5–50 mg i.v. alle 2–6 Stunden bzw. 25–100 mg p.o. alle 3–8 h.
- **Morphin, vgl. S. 683:**
  - Langwirksames Opioid.
  - *Analgetische Potenz* = 1 (Referenzsubstanz der Opiode).
  - *Klinische Anwendung:* Analgesiedierung, stärkste Schmerzen (Herzinfarkt), Lungenödem bei akuter Linksherzinsuffizienz.
  - *Spezifische unerwünschte Wirkungen:* Histaminliberation, Vasodilatation.
  - *Wirkungsverlauf:* Wirkungseintritt nach etwa 10 min, Wirkungsmaximum nach ca. 30 min; Wirkdauer nach parenteraler Einzeldosis ca. 3–5 Stunden.
  - *Pharmakokinetik:* Eliminationshalbwertszeit nach Einzeldosis 2–3 Stunden. Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Ausscheidung der Metaboliten; ca. 10% werden über die Galle eliminiert. Während der längerfristigen Analgesiedierung kann es zur Kumulation von Morphin bzw. von aktiven Metaboliten (Morphin-6-Glucuronid) mit deutlich verlängerter Wirkung kommen.
  - *Applikationsform:* Verabreichung *überwiegend in Einzeldosen*.
  - *Dosierung:*
    - i.v.: 0,1–0,15 mg/kg KG i.v.; Dauerinfusion mit 2–4 mg/h (0,03 mg/kg KG/h) oder Repetitionsdosen alle 4–6 h.
    - p.o.: Retardpräparate 30–60 mg alle 8–12 h.
- **Perfusor – Morphin:** 1 Amp. à 10 ml = 100 mg + 40 ml NaCl 0,9%; LR 1–2 ml/h.
- **Sufentanil (z. B. Sufenta, vgl. S. 706):**
  - Kurz- bis mittellang wirksames Opioid.
  - Stark sedierende Komponente, vergleichsweise geringe hämodynamische Nebenwirkungen.
  - *Analgetische Potenz:* Ca. 1000fach stärker analgetisch wirksam als Morphin.
  - *Klinische Anwendung:* Analgesiedierung, balancierte und intravenöse Anästhesieverfahren.
  - *Wirkungsverlauf:* Wirkmaximum 4 min nach Injektion, Wirkdauer je nach Dosis 0,5–2 Stunden.
  - *Pharmakokinetik:* Eliminationshalbwertszeit 2,5–3 Stunden. Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Ausscheidung der Metaboliten.
  - *Applikationsform:* Zur längerfristigen Gabe Dauerinfusion empfehlenswert.
  - *Dosierung:* Zur Narkoseeinleitung Initialbolus 0,5–1,0 µg/kg KG i.v.; zur Analgesiedierung 0,75–1,0 µg/kg KG/h (unter Beatmung) bzw. 0,25–0,35 µg/kg KG/h (unter Spontanatmung).
- **Perfusor – Sufentanil:** 4 Amp. à 5 ml + 30 ml NaCl 0,9% → 1000 µg/50 ml bzw. 20 µg/ml; LR 1–3/h.
- **Tramadol (z. B. Tramal, vgl. S. 712):**
  - Niedrigpotentes Opioid (analgetische Potenz ca. 10% von Morphin); ggf. zusätzliche Gabe eines peripheren Analgetikums (s.S. 139) sinnvoll.



- **Klinische Anwendung:** Bei weniger starken Schmerzen bzw. im Anschluss an eine Therapie mit potenten Opioiden. 139
- **Spezifische unerwünschte Wirkungen:** Schwindelgefühl, Schwitzen.
- Reduktion von Übelkeit und Erbrechen durch langsame Injektion (1 – 1,5 mg/kg KG über 15 – 20 min); ggf. vorher Gabe eines Antiemetikums (z. B. 10 mg Metoclopramid).
- **Pharmakokinetik:** Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler (90%) und biliärer (10%) Elimination. Etwa 15% werden unverändert über die Nieren ausgeschieden. Eliminationshalbwertszeit 6 Stunden. Deutlich verlangsamte Elimination bei Nieren- oder Leberinsuffizienz.
- **Dosierung:** Einzeldosis 50 – 100 mg i.v.; Dauerinfusion mit 10 – 20 mg/h bzw. 0,2 – 0,3 mg/kg KG/h. Tageshöchstdosis 500 – 600 mg.

■ **Perfusor – Tramadol:** 5 Amp. à 2 ml = 500 mg + 40 ml NaCl 0,9%; LR 1 – 2 ml/h.

### Ketamin (z. B. Ketanest, vgl. S. 673)

- ▶ **Wirkmechanismus:** N-Methyl-D-Aspartat(NMDA)-Antagonismus, Interaktion mit Opiatrezeptoren.
- ▶ **Wirkungen:**
  - *In niedriger Dosis:* Analgetische Wirkung.
  - *In hoher Dosis:* Zusätzlich narkotische Wirkung, Erzeugung einer sog. „dissoziativen Anästhesie“ mit erloschenem Bewusstsein, jedoch meist kaum vermindelter Spontanatmung und weitgehend erhaltenen Schluckreflexen.
  - Bronchodilatation.
- ▶ **Klinische Anwendung:**
  - Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung (besonders bei instabiler Hämodynamik, Schock).
  - Analgesedierung.
  - Alternatives Analgetikum bei opiatrefraktären Schmerzen.
  - Therapierefraktärer Status asthmaticus.
- ▶ **Unerwünschte Wirkungen:**
  - Sympathomimetische Wirkung mit Erhöhung des myokardialen O<sub>2</sub>-Verbrauchs, Tachykardie, Arrhythmie, RR-Anstieg.
  - Hypersalivation, tracheobronchiale Hypersekretion, motorische Unruhe.
  - Anstieg des intrakraniellen Drucks bei spontan atmenden Patienten.
  - Anstieg des Augeninnendrucks und des Muskeltonus.
- **Beachte:** Wegen unangenehmer psychischer Nebenwirkungen (Alpträume, veränderte Wahrnehmung etc.) keine Monotherapie mit Ketamin; Kombination mit Benzodiazepin sinnvoll.
- ▶ **Kontraindikationen:** Instabile Angina pectoris oder Myokardinfarkt in den letzten 6 Monaten, art. Hypertonie (> 180/100 mmHg in Ruhe), Glaukom, Präeklampsie, Eklampsie, Hyperthyreose.
- ▶ **Wirkungsverlauf:** Wirkdauer nach Einzeldosis 10 – 30 min.
- ▶ **Pharmakokinetik:** Eliminationshalbwertszeit 2 – 4 Stunden; Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Elimination der Metaboliten.
- ▶ **Dosierung:**
  - *Analgesie:* 0,2 – 0,5 mg/kg KG i.v.
  - *Narkose:* Zur Narkoseeinleitung 1 – 2 mg/kg KG i.v., zur Narkosefortführung 2 – 6 mg/kg KG/h als Dauerinfusion.
  - *Langzeitsedierung:* 0,7 – 1,5 mg/kg KG/h in Kombination mit Benzodiazepin.
- **Perfusor – Ketamin:** 500 mg (10 ml) + 40 ml NaCl 0,9%; LR 5 – 10 ml/h (Langzeitsedierung).

## 16.3 Sedierung

M. Leuwer, O. Zuzan

### Benzodiazepine

#### ► Grundlagen:

- **Wirkmechanismus:** Verstärkung der GABA-Wirkung → (Hyper-)Polarisation von Nervenzellen, inhibitorische Wirkung.
- **Wirkungen:** Sedierung, Anxiolyse, Amnesie, antikonvulsiv.
- **Unerwünschte Wirkungen:** Atemdepression, Blutdruckabfall, Schwindel, Ataxie, Toleranzentwicklung, „paradoxe Reaktionen“ (z. B. Erregtheit, Euphorie; besonders bei älteren Patienten).
- **Kontraindikationen:** Myasthenia gravis, resp. Insuffizienz, akutes Glaukom, schwere Leber- und Nierenschäden, akute Intoxikationen, Suchtanamnese, Schwangerschaft 1. Trimenon, Stillzeit.
- **Klinische Anwendung:**
  - Analgosedierung.
  - Supplementierung balancierter und intravenöser Anästhesieverfahren.
  - Prämedikation vor operativen Eingriffen.
  - Antikonvulsive Therapie bei Serien von epileptischen Anfällen oder beim Status epilepticus.

#### ► Diazepam (z. B. Valium, vgl. S. 648):

- **Wirkungsverlauf:** Wirkdauer nach Einzeldosis 15 min bis 3 Stunden.
- **Pharmakokinetik:** Bei repetitiver bzw. Langzeitapplikation anhaltende Sedierung bzw. verzögertes Erwachen möglich (Akkumulation von Substanz und aktiven Metaboliten), daher zur Langzeitsedierung weniger gut geeignet. Eliminationshalbwertszeit 40 Stunden.
- **Dosierung:** Einzeldosis zur Sedierung bei Erwachsenen 0,03–0,2 mg/kg KG i. v., Wiederholung nach Bedarf bzw. alle 2–4 Stunden.

#### ► Midazolam (z. B. Dormicum, vgl. S. 681):

- **Wirkungsverlauf:** Wirkdauer nach Einzeldosis 10–40 min, bei repetitiver Gabe deutlich verlängerte Wirkdauer möglich.
- **Pharmakokinetik:** Eliminationshalbwertszeit 2–3 Stunden. Bei Intensivpatienten deutlich verlängerte Eliminationshalbwertszeit (> 20 Stunden) möglich (Arzneimittelinteraktionen, Leberfunktionsstörungen).
- **Dosierung:** Zur Narkoseeinleitung 0,1–0,2 mg/kg KG i. v., zur Sedierung als Dauerinfusion 0,05–0,2 mg/kg KG/h.

► **Perfusor–Midazolam:** 240 mg/48 ml → 5 mg/ml; LR 1–3 ml/h.

### Barbiturate

#### ► Grundlagen:

- **Wirkmechanismus:** Verstärkung der GABA-Wirkung → (Hyper-)Polarisation der Nervenzelle, inhibitorische Wirkung.
- **Wirkungen:** Allgemeine Suppression der ZNS-Aktivität, Sedierung, Hypnose, antikonvulsive Wirkung, Senkung des intrakraniellen Drucks.
- **Unerwünschte Wirkungen:** Vasodilatation, Blutdruckabfall, Reflextachykardie, Atemdepression, Hyperreagibilität der Atemwege möglich (Husten, Laryngospasmus, Bronchospasmus).
- **Kontraindikationen:** Akute Intoxikationen, latente/akute Porphyrie, schwere Leberfunktionsstörungen, schwere Myokard- und Nierenschädigungen, Schock, Status asthmaticus.

- *Klinische Anwendung:* Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung, Analgosedierung.
- ▶ **Methohexital (z. B. Brevimytal, vgl. S. 677):**
  - Ultra-kurz wirkendes Hypnotikum.
  - *Wirkungsverlauf:* Wirkdauer nach Einzeldosis 5 – 10 min.
  - *Pharmakokinetik:* Wirkungsbeendigung nach Einzeldosis durch Abfall der Plasmakonzentration bei Umverteilung der Substanz in periphere Kompartimente. Eliminationshalbwertszeit 4 Stunden, Metabolisierung in der Leber.
  - *Dosierung:* Einzeldosis zur Narkoseeinleitung 1 – 2 mg/kg KG i.v., Infusion zur Dauersedierung 1 – 4 mg/kg KG/h.
- ▶ **Thiopental (z. B. Trapanal, vgl. S. 710):**
  - *Wirkungsverlauf:* Wirkdauer nach Einzeldosis 5 – 15 min.
  - *Pharmakokinetik:* Wirkungsbeendigung nach Einzeldosis durch Abfall der Plasmakonzentration bei Umverteilung der Substanz in periphere Kompartimente. Bei repetitiver oder Langzeit-Applikation deutliche Zunahme der Wirkdauer. Eliminationshalbwertszeit 12 Stunden; Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Ausscheidung der Metaboliten.
  - *Dosierung:* Einzeldosis 2 – 5 mg/kg KG; Infusion zur Dauersedierung 2 – 3 mg/kg KG/h.

### Propofol (z. B. Disoprivan, vgl. S. 700)

- ▶ **Grundlagen:**
  - Ultrakurzwirksames Hypnotikum, gut steuerbar, zur Langzeitsedierung Dauerinfusion erforderlich.
  - *Wirkmechanismus:* Wahrscheinlich auch Modifikation des GABA-Rezeptors → Verstärkung der GABA-Wirkung am GABA-Rezeptor.
  - *Wirkungen:* Allgemeine Suppression der ZNS-Aktivität, Sedierung, Hypnose, antikonvulsive Wirkung, Senkung des intrakraniellen Drucks.
  - *Klinische Anwendung:* Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung, Analgosedierung (maximal 7 Tage!).
  - *Unerwünschte Wirkungen:* Blutdruckabfall (Vasodilatation), Atemdepression, bei hohen Dosen Hyperlipidämie (Lipid als Lösungsvermittler).
  - *Kontraindikationen:* Fettstoffwechselstörungen, Herz-, Kreislauf-, Ateminsuffizienz.
- ▶ **Anwendung:**
  - *Wirkungsverlauf:* Nach Einzeldosis Wirkungseintritt nach 30 – 45 Sekunden, Wirkdauer ca. 5 min.
  - *Pharmakokinetik:* Wirkungsbeendigung nach Einzeldosis durch Abfall der Plasmakonzentration bei Umverteilung der Substanz in periphere Kompartimente. Eliminationshalbwertszeit 2 Stunden. Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Ausscheidung der Metaboliten. Etwa 0,3% Propofol werden unverändert ausgeschieden.
  - *Dosierung:* Zur Narkoseeinleitung 1,5 – 2 mg/kg KG i.v., Narkoseaufrechterhaltung 6 – 10 mg/kg KG/h; zur Langzeitsedierung 1 – 4 mg/kg KG/h.
  - *Dauer der Langzeitsedierung:* Maximal 7 Tage!
- ▶ **Beachte:** Propofol enthält kein Konservierungsmittel und begünstigt daher das Wachstum von Mikroorganismen. Generalisierte Infektionen durch kontaminiertes Propofol wurden beschrieben; daher Infusionssysteme jeweils nach 12 Stunden wechseln, geöffnete Ampullen sofort aufziehen und verabreichen!

**Etomidat (z. B. Hypnomidate, vgl. S. 658)****► Grundlagen:**

- Ultrakurzwirksames Hypnotikum zur Narkoseeinleitung, geringe hämodynamische Nebenwirkungen.
- **Wirkmechanismus:** Wahrscheinlich auch Modifikation des GABA-Rezeptors → Verstärkung der GABA-Wirkung am GABA-Rezeptor.
- **Wirkungen:** Allgemeine Suppression der ZNS-Aktivität, Sedierung, Hypnose, antikonvulsive Wirkung, Senkung des intrakraniellen Drucks.
- **Klinische Anwendung:** Narkoseeinleitung.
- **Unerwünschte Wirkungen:** Atemdepression, Blutdruckabfall, Hemmung der Kortikosteroidsynthese durch Hemmung der 11- $\beta$ -Hydroxylase; Etomidat wird deshalb nicht zur Langzeitsedierung bei Intensivpatienten eingesetzt.
- **Kontraindikationen:** Genetisch gestörte Häm-Biosynthese.

**► Anwendung:**

- **Wirkungsverlauf:** Wirkdauer nach Einzeldosis 3–5 min.
- **Pharmakokinetik:** Wirkungsbeendigung nach Einzeldosis durch Abfall der Plasmakonzentration bei Umverteilung der Substanz in periphere Kompartimente. Eliminationshalbwertszeit 3 Stunden.
- **Dosierung:** Einzeldosis zur Narkoseeinleitung 0,2–0,4 mg/kg KG i.v.

**Gamma-Hydroxy-Buttersäure (GHB; z. B. Somsanit, vgl. S. 664)****► Grundlagen:**

- **Wirkmechanismus:** Gamma-Hydroxy-Buttersäure ist ein inhibitorischer Neurotransmitter mit Strukturanalogie zu Gamma-Amino-Buttersäure (GABA). Wirkung vermutlich über eigenständige GHB-Rezeptoren → Modulation der dopaminergen und serotonergen Aktivität des ZNS, Hyperpolarisation von Nervenzellen durch Erhöhung der Chlorid-Leitfähigkeit der Membran.
- **Wirkungen:** Sedierung, allgemeine Dämpfung der ZNS-Aktivität, in hoher Dosierung auch Hypnose.
- **Klinische Anwendung:** Analgosedierung, Suppression der Entzugssymptomatik bei Alkohol- oder Opiatentzug.
- **Unerwünschte Wirkungen:** Myoklonien, Übelkeit, Erbrechen, leichter Blutdruckabfall, ggf. auch Blutdruckanstieg, leichte Atemdepression möglich, Hyponatriämie möglich (hoher Natriumanteil).
- **Kontraindikationen:** Unter intensivmedizinischen Bedingungen keine KI.
- **Vorteile:** Keine problematischen Metaboliten, vergleichsweise geringe Atem- und Kreislaufdepression.

**► Anwendung:**

- **Wirkungsverlauf:** Nach i.v.-Injektion verzögerter Wirkeintritt (nach einigen Minuten). Wirkdauer stark variabel (einige Minuten bis 3 Stunden).
- **Pharmakokinetik:** Eliminationshalbwertszeit nach Bolusgabe etwa 30–40 min. Gamma-Hydroxy-Buttersäure wird in der Leber zu Kohlendioxid und Wasser verstoffwechselt. Ca. 1 % wird unverändert renal ausgeschieden.
- **Dosierung:** 30–50 mg/kg KG als i.v. Bolus über 10 min, Erhaltungsdosis 10–20 mg/kg KG/h i.v.

**Droperidol (z. B. Dehydrobenzperidol)****► Grundlagen:**

- **Wirkmechanismus:** Droperidol ist ein Neuroleptikum der Butyrophenon-Gruppe → Hemmung dopaminerger Übertragung im ZNS.

- **Wirkungen:** Sedierung, antipsychotische Wirkung, antiemetische Wirkung.
- **Klinische Anwendung:** Ergänzung der Sedierung, vor allem bei deliranten Zuständen.
- **Unerwünschte Wirkungen:** Blutdruckabfall (durch Blockade von  $\alpha$ -Rezeptoren), extrapyramidal-motorische Nebenwirkungen (Dyskinesien, Muskelspasmen, Myoklonien), Senkung der Krampfschwelle → Gefahr epileptischer Anfälle (daher keine Monotherapie beim Alkoholiker).

■ **Beachte:** Bei Vorliegen eines zentralen anticholinergen Syndroms (ZAS) kann die Symptomatik durch Neuroleptika verstärkt werden (s.S. 521).

- **Kontraindikationen:** Reizleitungsstörungen (AV-Block, Hypovolämie, Leberinsuffizienz, Hypokaliämie, QTc-Intervall ↑).

#### ► Anwendung:

- **Wirkungsverlauf:** Wirkeintritt bei intravenöser Injektion nach 3 – 10 min, Wirkmaximum nach etwa 30 min, Wirkdauer 3 – 8 Stunden.
- **Pharmakokinetik:** Eliminationshalbwertszeit ca. 2 Stunden, Wirkdauer durch lange Rezeptorbindung deutlich länger. Metabolisierung in der Leber mit anschließender renaler Ausscheidung.
- **Dosierung:** Einzeldosis 2,5 – 10 mg i. v., Dauerinfusion 2,5 – 15 mg/h i. v.

### Supportive Medikation

#### ► Clonidin (z. B. Catapresan, vgl. S. 644):

- **Wirkmechanismus:**  $\alpha_2$ -Agonismus, Wirkung an Imidazolrezeptoren.
- **Wirkungen:** Zentrale Dämpfung des Sympathikotonus mit Abnahme von Blutdruck und Herzfrequenz, Sedierung, Analgesie.
- **Klinische Anwendung:**
  - Supplementierung einer Analgosedierung bei Problempatienten (Alkoholiker, Drogenabhängige) bzw. bei unbefriedigendem Erfolg des Analgosedierungsregimes (unzureichende Analgesie oder Sedierung trotz hoher Dosierungen).
  - Ausschleichphase nach längerer Analgosedierung zur Therapie/Prophylaxe von Entzugssyndromen.
  - Prävention des Alkoholentzugsdelirs (Kombination mit antikonvulsiver und antipsychotischer Medikation sinnvoll; s.S. 301).
- **Unerwünschte Wirkungen:** Hypotonie, Bradykardie, Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Obstipation, nach abruptem Absetzen Rebound-Phänomene (hypertensive Entgleisung), bei zügiger intravenöser Gabe initial deutlicher Blutdruckanstieg.
- **Kontraindikationen:** KHK, Reizleitungsstörungen, Niereninsuffizienz.
- **Wirkungsverlauf:** Wirkeintritt nach 15 min, Wirkmaximum nach 30 – 60 min, Wirkdauer etwa 3 – 6 Stunden.
- **Pharmakokinetik:** Eliminationshalbwertszeit 12 – 20 Stunden (bei Niereninsuffizienz deutlich länger), Metabolisierung in der Leber, Elimination zu 80% renal, zu 20% hepatisch.
- **Dosierung:** Initialbolus von 0,15 mg (= 1 Amp.)/70 kg KG über 15 min (1 Amp. mit mind. 10 ml NaCl 0,9% verdünnen), anschließend Dauerinfusion über Perfusor mit 40 – 180  $\mu$ g/h. Diese Dosisempfehlung dient nur als grober Anhalt; Clonidin muss anhand der klinischen Wirkung (Sedierung, Blutdruck, Herzfrequenz) titriert werden. In manchen Fällen erfordert dies höhere Dosierungen.

■ **Perfusor – Clonidin:** 5 Amp. à 150  $\mu$ g + 45 ml NaCl 0,9% → 750  $\mu$ g/50 ml = 15  $\mu$ g/ml; LR 2 – 10 ml/h.

■ **Beachte:** Wegen der Gefahr der Rebound-Hypertension muss die Therapie mit Clonidin über einige Tage ausschleichend beendet werden!

## 16.4 Narkose auf der Intensivstation

M. Leuwer, O. Zuzan

### Grundlagen

- ▶ **Indikationen:** Endotracheale Intubation oder Umintubation; Interventionen (z. B. Tracheotomie, Thoraxdrainage, Bronchoskopie, Etappenlavage).
- ▶ **Narkoseverfahren, Medikamente:**
  - **Narkoseverfahren:** Nahezu ausschließlich i. v.-Narkoseformen mit Kombination von Opioid + Hypnotikum (oder Sedativum) + Muskelrelaxanz.
  - **Opioide:** Alfentanil (S. 141), Sufentanil (S. 142) und Fentanyl (S. 141) sind aufgrund ihres gegenüber anderen Opioiden schnelleren Wirkungseintritts vorzuziehen. Für die Notfallintubation bzw. Rapid Sequence-Intubation erscheint Alfentanil eher geeignet als Fentanyl (Wirkmaximum bei Alfentanil nach 60 sek, bei Fentanyl nach 5 min).
  - **Hypnotikum:** v. a. Etomidat (s. S. 146) aufgrund der vergleichsweise geringen hämodynamischen Nebenwirkungen.
  - **Sedativa:** Benzodiazepine; Midazolam hat hierbei den Vorteil eines schnellen Wirkeintritts bei überschaubarer Wirkdauer (s. S. 144);
  - **Muskelrelaxanzen:** Siehe Muskelrelaxation S. 149.

### Narkose zur Notfallintubation

- **Achtung:** Häufig Aspirationsgefahr (Patient ist nicht nüchtern) und hämodynamische Instabilität!
- ▶ **Intubation mit Rocuronium** (s. S. 151).
  1. **Hämodynamische Stabilisierung** des Patienten (Volumengabe, Katecholamintherapie) – wenn möglich.
  2. **Präoxygenierung** mit 100% Sauerstoff (über Gesichtsmaske).
  3. **Vorbereitung von Instrumentarium und Medikamenten** (s. auch Intubation S. 62).
  4. **Sellick-Manöver:** Hilfsperson drückt den Ringknorpel der Trachea nach hinten gegen die Wirbelsäule und komprimiert dadurch den oberen Ösophagus (Aspirationsschutz).
  5. **Medikation i. v.:** Etomidat 0,2 – 0,3 mg/kg KG i. v. + Alfentanil 10 – 20 µg/kg KG i. v. + Rocuronium 0,6 – 0,9 mg/kg KG i. v. (s. S. 151).
  6. **Nach 45 – 60 Sekunden Laryngoskopie + Endotrachealtubus einführen** (s. S. 62), Cuff blocken.
  7. **Beatmung und Tubuslage kontrollieren** (s. S. 64).
- ▶ **Cave:**
  - **Rocuronium** führt in dieser Dosierung zu einer längerdauernden Lähmung aller Muskelgruppen einschließlich der Atemmuskulatur.
  - **Diese komplette Muskelrelaxation** kann während der ersten 15 – 30 min **nicht** durch einen Cholinesterasehemmer antagonisiert werden. Eine schnelle Rückkehr zur Spontanatmung ist ausgeschlossen!
  - **Bei vorhersehbar schwierigen Intubationsbedingungen** sollte kein Muskelrelaxanz verwendet werden. Vorgehen: Möglichst fiberoptische Intubation (s. S. 67), ggf. Intubation ohne Muskelrelaxanz (*Alternative 1*, s. u.).
  - Bei Unmöglichkeit der Intubation nach Injektion von Rocuronium und insuffizienter Beatmung mittels Gesichtsmaske sind alternative Methoden zur Notfallbeatmung indiziert, z. B. Larynxmaske, Kombitubus oder Koniotomie (s. S. 67).

► **Alternative 1** = Intubation ohne Muskelrelaxanz:

■ **Cave:** Gerade bei kritisch kranken Patienten ist eine Relaxanz-freie Narkose zur Notfallintubation nicht unproblematisch. Die hierfür notwendigen hohen Anästhetikadosierungen können zu bedrohlichen Situationen führen, garantieren dabei aber trotzdem keine guten und atraumatischen Intubationsbedingungen.

1. *Hämodynamische Stabilisierung* des Patienten (Volumengabe, Katecholamintherapie) – wenn möglich.
2. *Präoxigenierung* mit 100% Sauerstoff (über Gesichtsmaske).
3. *Vorbereitung von Instrumentarium und Medikamenten* (s. auch Intubation S. 62).
4. *Sellick-Manöver:* Hilfsperson drückt den Ringknorpel der Trachea nach hinten gegen die Wirbelsäule und komprimiert dadurch den oberen Ösophagus (Aspirationsschutz).
5. *Medikation i. v.:* Midazolam 0,1–0,15 mg/kg KG i. v. (S. 144) + Etomidat 0,2–0,3 mg/kg KG i. v. (S. 146) + Alfentanil 10–20 µg/kg KG i. v. (S. 141).
6. *Nach 45–60 Sekunden Laryngoskopie + Endotrachealtubus einführen* (s. S. 62), Cuff blocken.
7. *Beatmung und Tubuslage kontrollieren* (s. S. 64).

► **Alternative 2** = Intubation mit Succinylcholin (s. S. 151):

1. *Hämodynamische Stabilisierung* des Patienten (Volumengabe, Katecholamintherapie) – wenn möglich.
2. *Präoxigenierung* mit 100% Sauerstoff (über Gesichtsmaske).
3. *Vorbereitung von Instrumentarium und Medikamenten* (s. auch Intubation S. 62).
4. *Sellick-Manöver:* Hilfsperson drückt den Ringknorpel der Trachea nach hinten gegen die Wirbelsäule und komprimiert dadurch den oberen Ösophagus (Aspirationsschutz).
5. *Medikation i. v.:* Etomidat 0,2–0,3 mg/kg KG i. v. (S. 146) + Alfentanil 10–20 µg/kg KG i. v. (S. 141) + Succinylcholin 1–1,5 mg/kg KG i. v. (S. 151).
6. *Nach 45–60 Sekunden Laryngoskopie + Endotrachealtubus einführen* (s. S. 62), Cuff blocken.
7. *Beatmung und Tubuslage kontrollieren* (s. S. 64).

■ **Beachte:** Succinylcholin ist ein etabliertes Relaxanz für die Notfallintubation. Kontraindikationen (s. S. 151) müssen allerdings beachtet werden und sind bei Intensivpatienten häufig!

## 16.5 Muskelrelaxation

M. Leuwer, O. Zuzan

### Grundlagen

► **Indikationen in der Intensivmedizin:**

- Endotracheale Intubation oder Umintubation.
- Interventionen wie Tracheotomie, Bronchoskopie u. a.
- Husten und „Kämpfen“ gegen den Respirator trotz adäquater Sedierung, Respiratoreinstellung und -funktion.
- Extreme Beatmungsdrücke trotz optimaler Respiratoreinstellung.
- Tetanus.
- Status epilepticus.

■ **Cave:** Kein routinemäßiger Einsatz bei beatmeten Patienten!

► **Die Initialdosierungen** bewirken eine Vollrelaxation, die für eine Intubation oder andere Interventionen ausreicht.

## 16.5 Muskelrelaxation

- ▶ **Klinische Wirkdauer:** Die jeweils angegebene klinische Wirkdauer beschreibt die Zeit, zu der sich die relaxometrisch gemessene neuromuskuläre Übertragung nach Injektion der angegebenen Initialdosis wieder auf 25% des Ausgangswerts erholt hat (an gesunden Patienten ermittelt!). Bis zu diesem Zeitpunkt gilt die Muskelrelaxation für die meisten Indikationen als ausreichend; ab diesem Zeitpunkt würde man unter OP-Bedingungen eine Repetitionsdosis erwägen.
- ▶ **Dauer bis zur Vollerholung:** Die Angaben beziehen sich ebenfalls auf den Effekt der Initialdosis bei gesunden Patienten. Bei ihnen hat sich nach dieser Zeit in der Regel die neuromuskuläre Übertragung soweit erholt, dass Spontanatmung und Freihalten der Atemwege möglich sind.
- ▶ **Neuromuskuläres Monitoring:** Um die Erholung der neuromuskulären Übertragung einschätzen und die Notwendigkeit von Erhaltungsdosen objektivieren zu können, sollte ein neuromuskuläres Monitoring erfolgen (z.B. mit einem Nervenstimulator). Nur so kann eine Unter- oder Überdosierung vermieden werden.

### Probleme bei Dauerrelaxation

- ▶ Gefahr der persistierenden Paralyse nach dem Absetzen (z.B. durch Muskelrelaxanz-assoziierte Myopathie).
- ▶ Pharmakodynamik und Pharmakokinetik von Muskelrelaxanzien bei Intensivpatienten sind kaum untersucht → die adäquate Dosierung ist schwierig zu ermitteln mit Gefahr der Unter- oder Überdosierung.
- ▶ Gefahr der Akkumulation von Relaxanz und/oder Metaboliten.
- ▶ **Beachte:** Beim muskelrelaxierten Patienten muss eine ausreichende Analgesiedierung sichergestellt sein!

### Nicht-depolarisierende Muskelrelaxanzien

- ▶ **Grundlagen:**
  - **Wirkmechanismus:** Acetylcholin-antagonistische Wirkung an den nikotinergen Rezeptoren der neuromuskulären Endplatte (kompetitive Blockade).
  - **Wirkung:** Relaxierung der quergestreiften Muskulatur.
  - **Vorteil:** Keine Muskelfaszikulationen, keine Kaliumfreisetzung.
  - **Antagonisierung:** Die Injektion eines Cholinesterasehemmers kann bei nachlassender Wirkung (Spontanbewegungen, Nervenstimulator) eines nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans die Erholungsgeschwindigkeit beschleunigen: Pyridostigmin 0,1 mg/kg KG i.v. oder Neostigmin 1–2 mg i.v.
    - Zur Vorbeugung von Nebenwirkungen (Bradykardie, Hypersalivation) immer parallel Parasympatholytikum injizieren: Atropin 0,5–1 mg i.v.
    - Kontraindikationen für Cholinesterasehemmer: Obstruktive Lungenerkrankungen, Bradykardien, AV-Überleitungsstörungen.
- ▶ **Beachte:** Bei Vollrelaxation führt die Injektion eines Cholinesterasehemmers nicht zu einer beschleunigten Erholung der neuromuskulären Übertragung!
- ▶ **Atracurium (z.B. Tracrium):**
  - **Wirkungsverlauf:** Mittellang wirkend – Anschlagzeit ca. 3 min, klinische Wirkdauer 30–45 min, Dauer bis zur Vollerholung 50–70 min.
  - **Unerwünschte Wirkung:** Schnelle i.v.-Injektion führt zu einer unspezifischen Histaminfreisetzung → langsam injizieren!
  - **Pharmakokinetik:** Abbau erfolgt organunabhängig, dadurch keine extreme Verlängerung der Wirkdauer bei Nieren- oder Leberinsuffizienz. Eliminationshalbwertszeit 17–21 min. Nach hohen Gesamtdosen über längere Zeiträume besteht die Möglichkeit, dass es zur Kumulation des Metaboliten Laudanosin kommt.
  - **Dosierung:** Initialdosis 0,5–0,6 mg/kg KG i.v., Repetitionsdosis 0,1 mg/kg KG i.v.



► **Cis-Atracurium (z. B. Nimbex):**

- *Wirkungsverlauf:* Mittellang wirkend – Anschlagzeit ca. 3 min, klinische Wirkdauer 35–55 min, Dauer bis zur Vollerholung 55–80 min.
- *Unerwünschte Wirkungen:* Hautrötung oder -ausschlag, Bradykardie, RR-Abfall, Bronchospasmus.
- *Pharmakokinetik:* Abbau erfolgt organunabhängig, dadurch keine extreme Verlängerung der Wirkdauer bei Nieren- oder Leberinsuffizienz.
- *Dosierung:* Initialdosis 0,1 mg/kg KG i. v., Repetitionsdosis 0,02 mg/kg KG i. v.

► **Pancuronium (z. B. Pancuronium Curamed, - „Organon“):**

- *Wirkungsverlauf:* Lang wirkend – Anschlagzeit ca. 3 min, klinische Wirkdauer 60–90 min, Dauer bis zur Vollerholung 120–180 min.
- *Unerwünschte Wirkungen:* Vagolyse und Noradrenalin-Freisetzung → Gefahr von Tachyarrhythmien bei Patienten mit hohen endogenen oder exogen zugeführten Katecholaminspiegeln.
- *Pharmakokinetik:* Metabolisierung in der Leber mit Bildung pharmakologisch aktiver Metaboliten (3-Hydroxy-Pancuronium hat 50% der neuromuskuläre blockierenden Wirkung der Mutter-Substanz). Elimination hepatisch (10%) und renal (50–60%), verlängerte Wirkdauer bei Nieren- und Leberinsuffizienz möglich. Eliminationshalbwertszeit 1,5–4 Stunden.
- *Dosierung:* Initialdosis 0,1 mg/kg KG i. v., Repetitionsdosis 0,02 mg/kg KG i. v.

► **Rocuronium (z. B. Esmeron):**

- *Wirkungsverlauf:* Mittellang wirkend + schneller Wirkungseintritt – Anschlagzeit ca. 90 Sekunden, klinische Wirkdauer 30–50 min, Dauer bis Vollerholung 50–90 min.
- *Unerwünschte Wirkungen:* Histaminfreisetzung, evtl. anaphylaktische Reaktionen (→ langsam spritzen!).
- *Pharmakokinetik:* Elimination hepatisch und renal, verlängerte Wirkdauer bei Nieren- und Leberinsuffizienz möglich.
- *Dosierung:*
  - Empfohlene Intubationsdosis 0,6 mg/kg KG i. v. Diese Dosis bewirkt gute bis sehr gute Intubationsbedingungen nach etwa 90 Sekunden.
  - Für die Notfallintubation wurden auch höhere Dosierungen von 0,9–1,2 mg/kg KG empfohlen. Hierdurch verkürzt sich die Anschlagzeit auf ca. 60 Sekunden und Husten und/oder Zwerchfellkontraktion bei der Intubation zu diesem Zeitpunkt werden unwahrscheinlich. Die höheren Dosen haben allerdings einen milden vagolytischen Effekt und führen zu einer deutlichen Verlängerung der Wirkdauer.
  - Repetitionsdosis 0,1 mg/kg KG i. v.

► **Vecuronium (z. B. Nocuron):**

- *Wirkungsverlauf:* Mittellang wirkend – Anschlagzeit 3 min, klinische Wirkdauer 30–45 min, Dauer bis zur Vollerholung 50–70 min.
- *Unerwünschte Wirkungen:* Selten Bronchospasmus.
- *Pharmakokinetik:* Elimination hepatisch und renal, verlängerte Wirkdauer bei Nieren- und Leberinsuffizienz möglich, Bildung pharmakologisch aktiver Metaboliten. Eliminationshalbwertszeit 0,5–1,5 Stunden.
- *Dosierung:* Initialdosis 0,1 mg/kg KG i. v., Repetitionsdosis 0,02 mg/kg KG i. v.

## Depolarisierendes Muskelrelaxanz:

### Succinylcholin/Suxamethoniumchlorid

- **Wirkmechanismus:** Agonistische, nur einige Minuten anhaltende depolarisierende (Acetylcholin-agonistische) Wirkung über nikotinerge Acetylcholinrezeptoren an der motorischen Endplatte.

## 16.6 Regionalanästhesie – Periduralkatheter

- ▶ **Wirkungen:** Rasche, kurzwirksame Relaxierung der quergestreiften Muskulatur.
- ▶ **Unerwünschte Wirkungen:**
  - Kaliumfreisetzung → möglicherweise lebensbedrohliche Hyperkaliämie!
  - Herzrhythmusstörungen.
  - Muskelfaszikulationen.
  - Anstieg des Augeninnendrucks.
  - Wirkungsverlängerung bei Cholinesterasemangel oder -defekten.
- ▶ **Kontraindikationen:**
  - Hyperkaliämie (Plasma-Kalium-Konzentration  $> 5,5$  mmol/l).
  - Längere Immobilisation (längerer Aufenthalt auf der Intensivstation!).
  - Verbrennungen, Polytrauma.
- ▶ **Achtung:** Bei der Akutversorgung von frisch traumatisierten Patienten ist die Verwendung von Succinylcholin *nicht* kontraindiziert – in den ersten 24–48 h nach Trauma sind bisher keine hyperkaliämischen Komplikationen bekannt geworden.
  - Länger bestehende Lähmungen, traumatischer Querschnitt.
  - Ausgedehnte Muskelschäden (z.B. Crush-Syndrom, Muskelnekrosen bei Kompartiment-Syndrom, Purpura fulminans u.a.).
  - Neuromuskuläre Erkrankungen.
  - Disposition zu maligner Hyperthermie (s.S. 551).
  - Allergie gegen Succinylcholin.
- ▶ **Klinische Anwendung:** Erleichterung der endotrachealen Intubation.
- ▶ **Wirkungsverlauf:** Anschlagzeit 45–60 Sekunden, Wirkdauer bis zur Vollerholung 10–12 min.
- ▶ **Pharmakokinetik:** Spaltung durch die unspezifische Plasma-Cholinesterase in Succinylmonocholine und weiter in Cholin und Bernsteinsäure.
- ▶ **Dosierung:** 1–1,5 mg/kg KG i. v.

## 16.6 Regionalanästhesie – Periduralkatheter

M. Leuwer, O. Zuzan

### Vorbemerkungen

- ▶ Verfahren der Regionalanästhesie kommen in der Intensivmedizin nicht routinemäßig zum Einsatz.
- ▶ Im Vordergrund stehen die rückenmarksnahe Analgesie und Anästhesie über einen *Periduralkatheter*. Weitere Verfahren: Interkostalblockade (z.B. bei Thoraxtrauma, Rippenfrakturen); axilläre Anästhesie des Plexus brachialis (bei Schulter-/Arm-Trauma); Blockade des N. femoralis (bei Trauma im Bereich der unteren Extremität).
- ▶ Bei der Anwendung derartiger Verfahren sind spezielle Kenntnisse erforderlich.

### Periduralkatheter

- ▶ **Prinzip:** Über eine spezielle dicklumige Punktionskanüle wird meist im Bereich der Lendenwirbelsäule zwischen L2–L4 oder thorakal zwischen Th6–Th10 ein spezieller Katheter perkutan in den Periduralraum eingeführt (Anästhesist!). Über den liegenden Katheter können Analgetika (Opiate) und/oder Lokalanästhetika in den Periduralraum injiziert werden. **Vorteile:** Nachteile und Nebenwirkungen einer systemischen bzw. intravenösen Analgesie können reduziert werden. **Nachteile:** Vorwiegend im Bereich der unteren Körperhälfte anwendbar.

► **Wirkort, Ausbreitung:**

- *Katheterposition:* Katheterspitze möglichst in die Mitte der auszuschaltenden Segmente platzieren. Bei Schmerzen in Thorax und/oder Oberbauch thorakaler Periduralkatheter erstrebenswert.
- *Lokalanästhetika:* Anästhesie der den Spinalkanal verlassenden Nervenwurzeln. Die Ausbreitung der Anästhesie hängt hierbei von der Menge und Verteilung des Lokalanästhetikums im Periduralraum ab.
- *Opiate:* Vorwiegend an spinalen Opiatrezeptoren wirkend. Die Ausbreitung im Periduralraum beeinflusst die Ausdehnung der Analgesie. Morphin neigt hierbei aufgrund seiner Hydrophilie zu einer weiteren Ausbreitung im Periduralraum (mit den damit verbundenen Gefahren), während Fentanyl und Sufentanil eher segmental begrenzt bleiben.

■ **Achtung:** Bei Lokalanästhetika und auch bei Opiaten können nach der periduralen Applikation durch Resorption pharmakologisch wirksame Plasmaspiegel auftreten!

- **Indikationen in der Intensivmedizin:** Postoperative bzw. posttraumatische Schmerztherapie und Sympatholyse bei Schmerzen an Rumpf und unterer Extremität. *Cave* unbemerkte Läsionen von Nerven oder Nervenwurzeln → Anlage bei wachem Patienten anstreben.

- **Erforderliche Anästhesieausbreitung:** Siehe Tab. 27.

**Tab. 27 · Erforderliche Anästhesieausbreitung**

| Operation/Trauma im Bereich | zu blockierende spinale Segmente |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Thorax                      | Th 4–10                          |
| Oberbauch                   | Th 6–12                          |
| Unterbauch                  | Th 8–L 2                         |
| Hüfte/Becken                | Th 8–L 4                         |
| untere Extremität           | L 1–S3                           |

► **Kontraindikationen:**

- Ablehnung durch den Patienten.
- Gerinnungsstörungen (Quick < 45%, PTT > 45 sek; Thrombos < 140 000/μl).
- Infektion der Haut über der Punktionsstelle.
- Erhöhter intrakranieller Druck (→ Klinik, CCT, Funduskopie; vgl. S. 490).
- Bakteriämie und Sepsis.
- Hypovolämie, Schock, schwere kardiovaskuläre Erkrankungen.
- *Relative KI:* Schwere Wirbelsäulendeformitäten, Wirbelsäulenmetastasen, Z. n. Wirbelsäulen-OP.

► **Substanzen:**

- *Lokalanästhetika:* Langwirksame Lokalanästhetika, meist Bupivacain.
- *Opiode:* Morphin, Fentanyl, Sufentanil (s. o.).
- *Kombination Lokalanästhetikum + Opioid:* Verminderte Dosis der Einzelkomponenten, dadurch Reduzierung von Nebenwirkungen.

► **Dosierung (bei Monotherapie):**

- *Bupivacain:*
  - Bolusgabe: 1–1,5 ml 0,25%ige Lösung pro Segment; für die Schmerztherapie über einen zwischen L2–L4 eingebrachten und 2–3 cm nach kranial vorgeschobenen Katheter in der Regel 10–14 ml.
  - Maximaldosierungen: Einzeldosis (2 mg/kg KG); Tagesdosis (9 mg/kg KG).

## 16.6 Regionalanästhesie – Periduralkatheter

- *Morphin, Fentanyl, Sufentanil* – Bolusgabe: Morphin 2–4 mg; Fentanyl 0,05–0,1 mg (bzw. 0,5–1,5 µg/kg KG); Sufentanil 12,5–25 µg (bzw. 0,3–0,7 µg/kg KG).
- ▶ **Dosierung (bei Kombinationstherapie):**
  - Bupivacain 0,125% plus Fentanyl 4 µg/ml. Initialbolus 5–15 ml (thorakal nicht > 10 ml). Infusion 0–15 ml/h.
  - Ropivacain 0,2% plus Fentanyl 4 µg/ml. Initialbolus 5–15 ml (thorakal nicht > 10 ml). Infusion 0–15 ml/h.
- ▶ **Wirkdauer:**
  - Bupivacain: Nach Bolusgabe etwa 3–6 h.
  - Morphin: Nach Bolusgabe etwa 12 h.
  - Fentanyl: Nach Bolusgabe etwa 2–4 h.
  - Sufentanil: Nach Bolusgabe etwa 2–6 h.
- ▶ **Komplikationen:**
  - *Frühkomplikationen:*
    - Duraperforation mit nachfolgendem Kopfschmerz.
    - Subarachnoidale Injektion, ggf. mit nachfolgender totaler Spinalanästhesie (Atemstillstand, Kreislaufkollaps bis zum Herz-Kreislauf-Stillstand).
    - Punktion eines periduralen Gefäßes mit nachfolgender Blutung.
    - Überdosierung oder intravasale Injektion von Lokalanästhetika: Zerebrale Krampfanfälle, Herzrhythmusstörungen, Herzstillstand.
    - Punktion/Verletzung des Rückenmarks.
    - Ausgeprägter Blutdruckabfall durch Sympatholyse, vor allem bei vorbestehender Hypovolämie.
    - Nach Injektion von Opiaten: Atemdepression (frühe Atemdepression nach 2–3 Stunden, aber auch späte Atemdepression nach 10–18 Stunden möglich), Urinretention, Pruritus; s. auch S. 140.
  - *Spätkomplikationen:*
    - Kopfschmerzen nach Durapunktion.
    - Nervenwurzelläsionen.
    - Infektion, z. B. epiduraler Abszess, Arachnoiditis, Myelitis mit nachfolgenden neurologischen Symptomen.
    - Epidurales Hämaton (*cave* Gerinnungsstörungen bei Intensivpatienten): Notfall mit Notwendigkeit zur sofortigen operativen Ausräumung. *Klinik:* Starke Rückenschmerzen, akut aufgetretene Paresen, Blasen- und Darmstörungen. *Diagnostik:* CT zur Diagnosesicherung.
    - A.-spinalis-anterior-Syndrom. *Klinik:* Querschnittslähmung, dissoziierte Sensibilitätsstörung, Blasenstörung; *Diagnostik:* MRT, LP, Angiographie.
    - Sekundäre Katheterdislokation, bei Dislokation in den Spinalraum dann Gefahr der subarachnoidalen Injektion/Infusion (s. o.).
- ▶ **Überwachung:** Wegen möglicher Nebenwirkungen muss der Patient *nach jeder Injektion* (und während der Dauerinfusion) über einen Periduralkatheter engmaschig überwacht werden: Bewusstseinslage; Atemtiefe und -frequenz, Hautfarbe (Zyanose?); Herzfrequenz, Blutdruck; Höhe der sensorischen Anästhesieausbreitung (Dermatom) durch Nadelstich-Test (Prick-Test), s. Abb. 3 S. 7; Ausmaß der motorischen Blockade.
- ▶ **Liegedauer des Periduralkatheters:** Wenn es gelingt, Infektionen zu vermeiden, kann ein Periduralkatheter über einen längeren Zeitraum liegen bleiben (bis zu mehreren Wochen oder sogar Monaten).