

# Repetitorium Anästhesiologie

## Teil 1

Priv.-Doz. Dr. Christine Meyer-Frießem

Dr. Mario Wachowiak

Dr. Daniel Dreyer

Dr. Heike Havermann

Dr. Viktoria Holtstiege

Christian Dörr

**Prof. Dr. Wolfram Wilhelm**



Kath. St. Paulus Gesellschaft



**Klinik für Anästhesiologie,  
Intensiv- & Schmerzmedizin**

**Kath. Klinikum Lünen-Werne**



Teil 1 von 4

Vorbereitung  
des Patienten

# Vorbereitung des Patienten DGAI 2017

DGAInfo

Aus den Verbänden

349

News | Information | Events

## Präoperative Evaluation erwachsener Patienten vor elektiven, nicht herz-thoraxchirurgischen Eingriffen<sup>1\*</sup>

Preoperative evaluation of adult patients before elective, non-cardiothoracic surgery

► **Zitierweise:** Präoperative Evaluation erwachsener Patienten vor elektiven, nicht herz-thoraxchirurgischen Eingriffen. Gemeinsame Empfehlung der DGAI, DGCH und DGIM. Anästh Intensivmed 2017;58:349-364. DOI: 10.19224/ai2017.349

## DGAInfo

Gemeinsame Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin

Joint recommendation of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, the German Society of Surgery, and the German Society of Internal Medicine

# Aufgaben der Prämedikationsvisite 1

---

- ***Anamnese und körperliche Untersuchung !!!***
- Durchsicht vorhandener Befunde
- Festlegung von Anästhesieverfahren  
(inkl. Monitoring, evtl. postop. Intensivbehandlung)
- Dabei Einstufung von Anästhesierisiko und perioperativem Risiko
- Festlegung evtl. zusätzlicher präop. Diagnostik
- Beratung, Aufklärung, Einwilligung

# Aufgaben der Prämedikationsvisite 2

---

- Verordnung der Prämedikation
- Evtl. Risikominimierung durch Medikation, z.B.
  - H<sub>2</sub>-Blocker / PPI bei Reflux
  - β-Blocker und Statine weitergeben!
- Evtl. Abstimmung mit Operateur über intra- und postoperatives Vorgehen
- Dokumentation der präoperativen Befunde

# Vorbereitung des Patienten DGAI 2017

---

- Labor
- Gerinnungstest
- EKG
- Thoraxröntgen
- Lungenfunktionstest
- Echokardiographie
- Schwangerschaftstest

Was ist  
wirklich  
erforderlich



# Vorbereitung des Patienten DGAI 2017

■ **Tab. 1.2** Minimalstandard von Laborwerten, die bei Patienten mit (vermuteter) Erkrankung bestimmt werden sollten. (Mod. nach DGAI-Empfehlung 2017)

Parameter	(Verdacht auf) Erkrankung von			
	Herz/ Lunge	Leber	Niere	Blut
Hämoglobin	+	+	+	+
Leukozyten				+
Thrombozyten		+		+
Natrium, Kalium	+	+	+	+
Kreatinin	+	+	+	+
ASAT, Bilirubin, aPTT und INR		+		

# Vorbereitung des Patienten DGAI 2017

---

## 12-Kanal-EKG

- bei kardialen Risikofaktoren, Herzrhythmusstörungen, Herzinsuffizienz, ICD
- bei symptomfreiem Patienten ggf. ab dem 70. Lebensjahr

## Röntgen-Thorax

- Auch im höheren Alter nicht vorgeschrieben !
- Indikation nur bei Klinik: Pneumonie? Erguss?

**Entscheidend sind immer sorgfältige  
Anamnese und Untersuchung !!!**



# Welche Medikamente weitergeben / absetzen?

## Weitergeben (unbedingt = !)

- $\beta$ -Blocker!, Clonidin!, Nitrate, Digitalis
- Statine!
- Insulin dosisangepasst (Diab mell Typ 1!, Typ 3!)
- In der Regel weitergeben: Psychopharmaka, Antiparkinson, Kortikoide,  $\beta_2$ -Mimetika, Schilddrüsenhormone

## Am Morgen der OP absetzen:

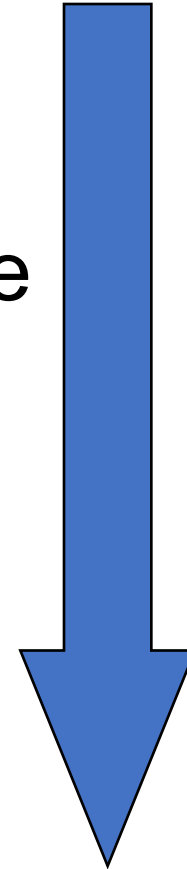
- ACE-Hemmer, AT-Rezeptorblocker
- Orale Antidiabetika Sulfonylharnstoffe, SGLT-2-Hemmer (Gliflozine), Metformin ggf. 48 h?



# Körperliche Untersuchung !!!

---

- Pupillenbefund
- Intubationsbedingungen
- Auskultation von Herz und Lunge
- Injektionsgebiet bei geplanter Regionalanästhesie
- Weitere Untersuchungen abhängig von Vorerkrankungen und Eingriff (z.B. Gelenkbeweglichkeit bei speziellen Lagerungen etc.)



Untersuchung  
von kranial  
nach kaudal

# Vor der Anästhesieeinleitung



# Im Zentral-OP

# Checkliste (WHO „Safer surgery saves lifes“)

Datum der OP \_\_\_\_\_ Uhrzeit der OP \_\_\_\_\_

## Vor AN-Einleitung

(mit Anästhesist und Anästhesiepflege)

- Identität bestätigt!
- Art des Eingriffs bestätigt!
- Einwilligung für Anästhesie + OP liegt vor!

Wenn nein, Bestätigung durch:

Ist das OP-Gebiet markiert?

- Ja
- Nicht anwendbar

- Narkosegerät: KURZcheck inkl. PaF-Test, FiO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>
- „Ambu-Beutel“ vorhanden
- Sauger vorbereitet
- Monitoring angebracht und funktioniert

Bekannte Allergien?

- Ja
- Nein

Aspirationsgefahr?

Schwierige Intubation?

- Nein
- Ja, Maßnahmen und Geräte vorbereitet

Risiko für erhöhten Blutverlust

- Nein
- Maschinelle Autotransfusion (MAT)?
- Blutgruppe liegt vor / EKs sind gekreuzt

## Vor Schnitt

(mit Chirurg, Anästhesist und Pflegepersonal)

- Alle Teammitglieder sind bekannt.
- Neue Teammitglieder haben sich vorgestellt.

- Der Name des Patienten, die Art des Eingriffes und das OP-Gebiet wurden bestätigt.

Wurde eine Antibioseprophylaxe während der letzten 60 Min. verabreicht?

- Ja
- Nicht anwendbar

Möglicher kritischer Verlauf

Chirurg:

- Gibt es kritische Schritte bei der OP?

Anästhesist:

- Gibt es patientenspezifische Besonderheiten?

Pflegepersonal:

- Sterilität, Instrumentarien und Geräte OK

Notwendige Röntgenbilder / CT / MRT etc. vorhanden und im PC abrufbar?

- Ja
- Nicht anwendbar

Vor Beginn des Wundverschlusses

- 1. Zählkontrolle (Instrumente, Tücher, Kompressen)

## Nach OP-Ende

(mit Pflegepersonal, Chirurg und Anästhesist)

Pflegepersonal fragt ab:

- Bezeichnung des Eingriffs

Vollständige 2. Zählkontrolle von Instrumenten, Tüchern und Kompressen

- Ja
- Nicht anwendbar

Korrekte Kennzeichnung der histologischen Proben

- Ja
- Nicht anwendbar

Gab es Fehlfunktionen bei Instrumenten und / oder Geräten?

- Nein
- Ja, Maßnahmen eingeleitet

An Chirurgie, Anästhesie und Pflege:

Vorläufiger OP-Bericht ausgefüllt mit:

- Inhalt und Besonderheiten des Eingriffes
- Postoperative Anordnungen
- Informationsweitergabe an die weiterbehandelnde Station / Abteilung

Können gekreuzte Blutkonserven freigegeben werden?

- Ja
- Nein

Unterschrift Anästhesist \_\_\_\_\_ Name in Druckbuchstaben \_\_\_\_\_

Unterschrift Anästhesiepflege \_\_\_\_\_ Name in Druckbuchstaben \_\_\_\_\_

Unterschrift Operateur \_\_\_\_\_ Name in Druckbuchstaben \_\_\_\_\_

Unterschrift OP-Pflege \_\_\_\_\_ Name in Druckbuchstaben \_\_\_\_\_

Sicherheits-Checkliste für Eingriffe im OP

Qualitätshandbuch  
- OP-Bereich -  
OP-Management  
- spezielle Prozeduren -




KATHOLISCHES KLINIKUM  
LÜNEN-WERNE GMBH  
ST-MARIEN-HOSPITAL LÜNEN  
Academisches Lehrkrankenhaus  
der Westf. Wilhelms-Universität Münster

Patientenaufkleber  
oder  
Name und Geb.-Datum

# Vor der Anästhesieeinleitung ...

---

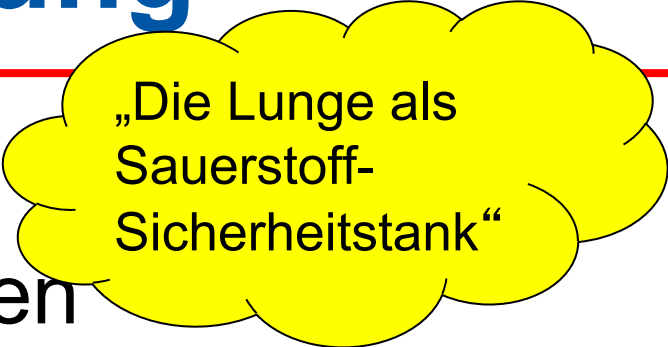
- Narkosegerät prüfen
- Identität des Patienten prüfen
- OP und OP-Seite prüfen
- „Aktenstudium“
- Präoxygenierung



„Die Lunge als  
Sauerstoff-  
Sicherheitstank“

Präoxygenierung

# Präoxygenierung



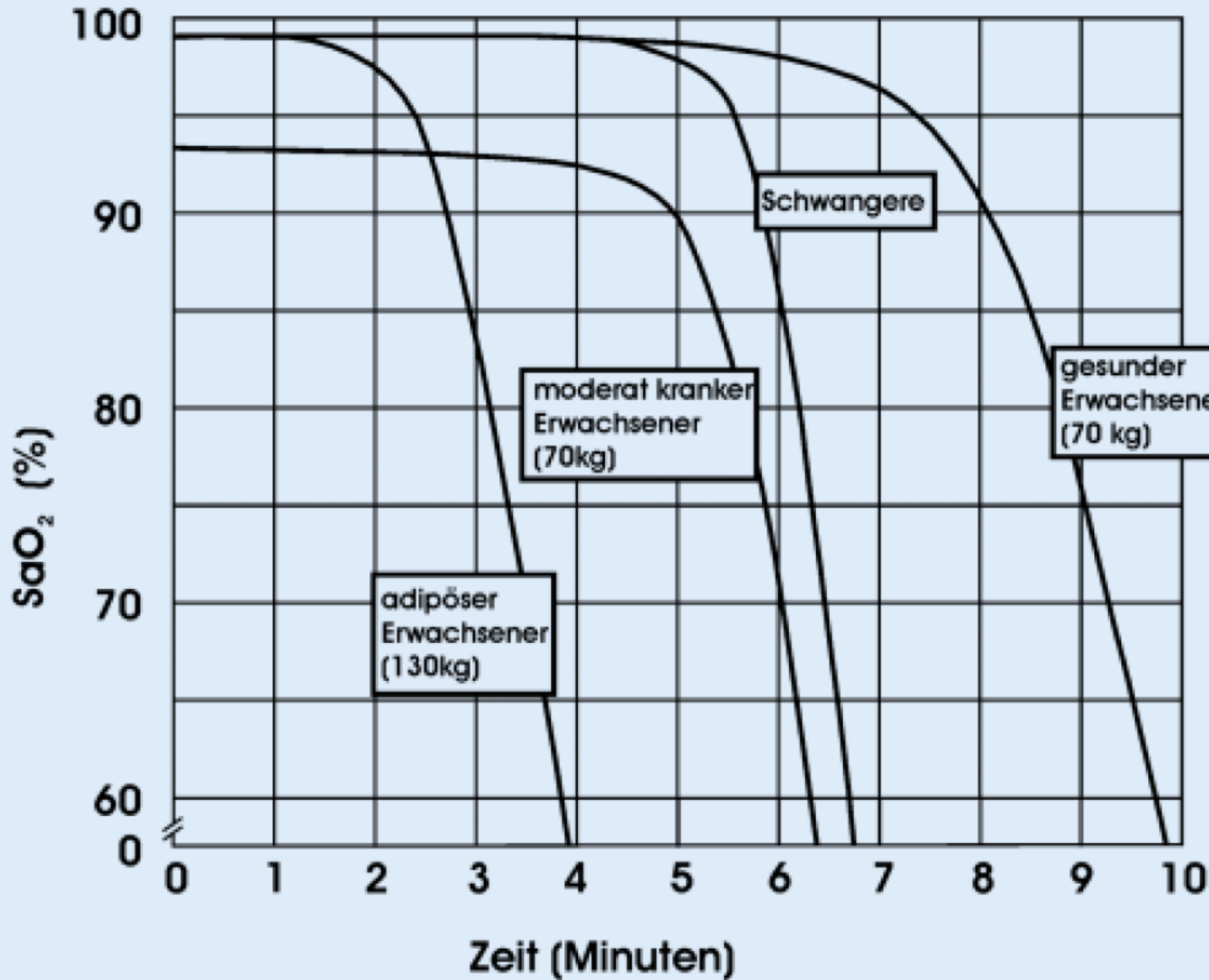
„Die Lunge als  
Sauerstoff-  
Sicherheitstank“

- Ziel: FRC mit reinem  $O_2$  füllen
- FRC = ca. 2,5 l
- $O_2$ -Verbrauch = ca. 250 ml/min
- Eine gute Präoxygenierung schafft also einige Minuten Sicherheit
- Eine effektive Präoxygenierung erkennt man nicht an der Pulsoxymetrie, sondern an der  $FeO_2$  (soll  $> 80\%$  liegen)



# Effekt der Präoxygenierung

von Goedecke et al. Anaesthesist 2006;55:70-79



Angegeben ist die Zeit in Minuten, bis die Sauerstoffsättigung nach effektiver Präoxygenierung abfällt.

# Allgemeinanästhesie („Vollnarkose“)

# „Standard-Narkose“

---

- Opioid, z.B. Fentanyl oder Sufentanil
- Induktionshypnotikum bis zum Bewusstseinsverlust, z.B. Propofol
- Muskelrelaxans, z. B. Rocuronium
- Maskenbeatmung, endotracheale Intubation
- Weitere Narkoseführung mit
  - Opioid + Inhalationsanästhetikum („balanciert“)
  - Opioid + Propofol („totale intravenöse Anästhesie“, TIVA)
  - Muskelrelaxans nach Bedarf (z.B. in der Abdominal- oder Thoraxchirurgie)

# Induktionshypnotika

# Induktionshypnotika

„Dosierungen zum Merken“

für gesunde Erwachsene mittleren Alters

- **Propofol**                      **2 mg/kg**
- **Etomidat**                    **0,3 mg/kg**
- **Thiopental**                   **5 mg/kg**

Grundsätzlich gilt: Dosierung immer nach Wirkung!

Bei alten und kranken Patienten muss die Dosierung teilweise sehr deutlich reduziert werden

# Propofol

- Propofol = 2,6-Diisopropylphenol
- schlecht wasserlöslich → daher in Sojaöl gelöst
- heute Standard-Induktionshypnotikum

## Dosierung zur i.v.-Narkoseeinleitung

- Propofol 1%: 1 ml = 10 mg (Propofol 2%: 1 ml = 20 mg)
- Erwachsene **2 - 2,5 mg/kg**
- Erwachsene (alt, sehr krank) **0,5 - 1 mg/kg**
- Kinder & Jugendliche **3 - 4 (- 6) mg/kg**

# Propofol

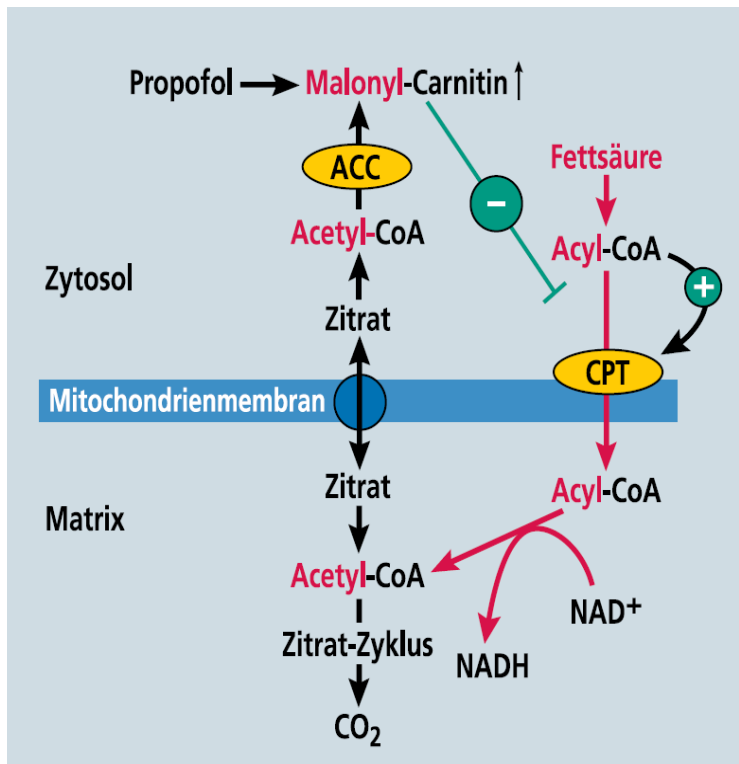
---

- Metabolismus: v.a. in der Leber
- Propofol wird 10x schneller abgebaut als Thiopental
- Vasodilatation und negative Inotropie → MAP sinkt um etwa 20-25 % (ähnlich wie Thiopental, Effekt durch Opioid verstärkt)
- Vasodilatation: SVR ↓, auch venöse Kapazitätsgefäße
- gute Dämpfung der pharyngealen und laryngealen Reflexe → ideal für LMA-Einlage
- senkt zerebralen O<sub>2</sub>-Verbrauch (CMRO<sub>2</sub>) und intrakraniellen Druck (ICP)
- antiemetisch wirksam
- gilt als sicher zur Anästhesieeinleitung bei Porphyrie

# Propofol-Infusionssyndrom PRIS

Wappler F: Deutsches Ärzteblatt 2006

- „Bunte“ Symptome: Herzrhythmusstörungen, Laktatazidose, Rhabdomyolyse, Nierenversagen u.a.
- v.a. bei Kindern / schwerkranken Pat. mit Sepsis, SHT, Katecholamingabe, ggf. Mitochondriopathie



- Störung des mitochondrialen Fettsäuremetabolismus mit Entkopplung der Atmungskette
- Konsequenzen:**
- auf der ICU Dosisbegrenzung auf max. 4 mg/kg/h
  - keine Sedierung mit Propofol bei Kindern < 16 J



# Gefahr durch Lipidlösungen

BUNDESÄRZTEKAMMER

Mitteilungen

ARZNEIMITTELKOMMISSION DER DEUTSCHEN ÄRZTESCHAFT

„UAW – Aus Fehlern lernen“

## Septische Komplikationen durch kontaminiertes Propofol

Deutsches Ärzteblatt,  
14. März 2008

- Lipidlösungen fördern Bakterienwachstum
- Aufgezogene Spritzen / angebrochene Ampullen NICHT aufbewahren
- Prinzip „1 Ampulle für 1 Patient“
- gilt für Propofol und auch für Etomidat

# Etomidat

- geringe kardiovaskuläre Effekte → eigentlich ideal für kardiovaskuläre Risikopatienten
- Allerdings Hemmung der Kortisolsynthese → Sorge vor Beeinträchtigung der Immunabwehr
- Einsatz in der Anästhesiologie umstritten, zur Sedierung auf Intensivstation NICHT zugelassen
- Senkt  $CMRO_2$  und ICP, schlechte Dämpfung der pharyngealen / laryngealen Reflexe, Myokloni!

## **Dosierung zur i.v.-Narkoseeinleitung**

- **1 ml = 2 mg**
- **0,2 - 0,3 mg/kg**

# Thiopental (Trapanal®)

- Rasche Narkoseinduktion, zur TIVA aber ungeeignet
- Vasodilatation, venöses Pooling, negative Inotropie  
→ MAP sinkt um etwa 20-25 % (wie Propofol)
- antikonvulsiv, senkt CMRO<sub>2</sub> und ICP
- subhypnotische Dosen führen zu Hyperalgesie
- Barbiturate sind bei hep. Porphyrie kontraindiziert
- pH-Wert >10: bei Fehlinjektion → Gewebsnekrose

## Dosierung zur i.v.-Narkoseeinleitung

- Erwachsene 5 mg/kg
- Erwachsene (alt, sehr krank) 1 - 3 mg/kg
- Säuglinge, Kinder 5 - 7 (-10) mg/kg

Warum werden Patienten nach der  
Narkose wieder wach?

# Crashkurs Klinische Pharmakologie

# Crashkurs Pharmakologie am Beispiel Propofol

---

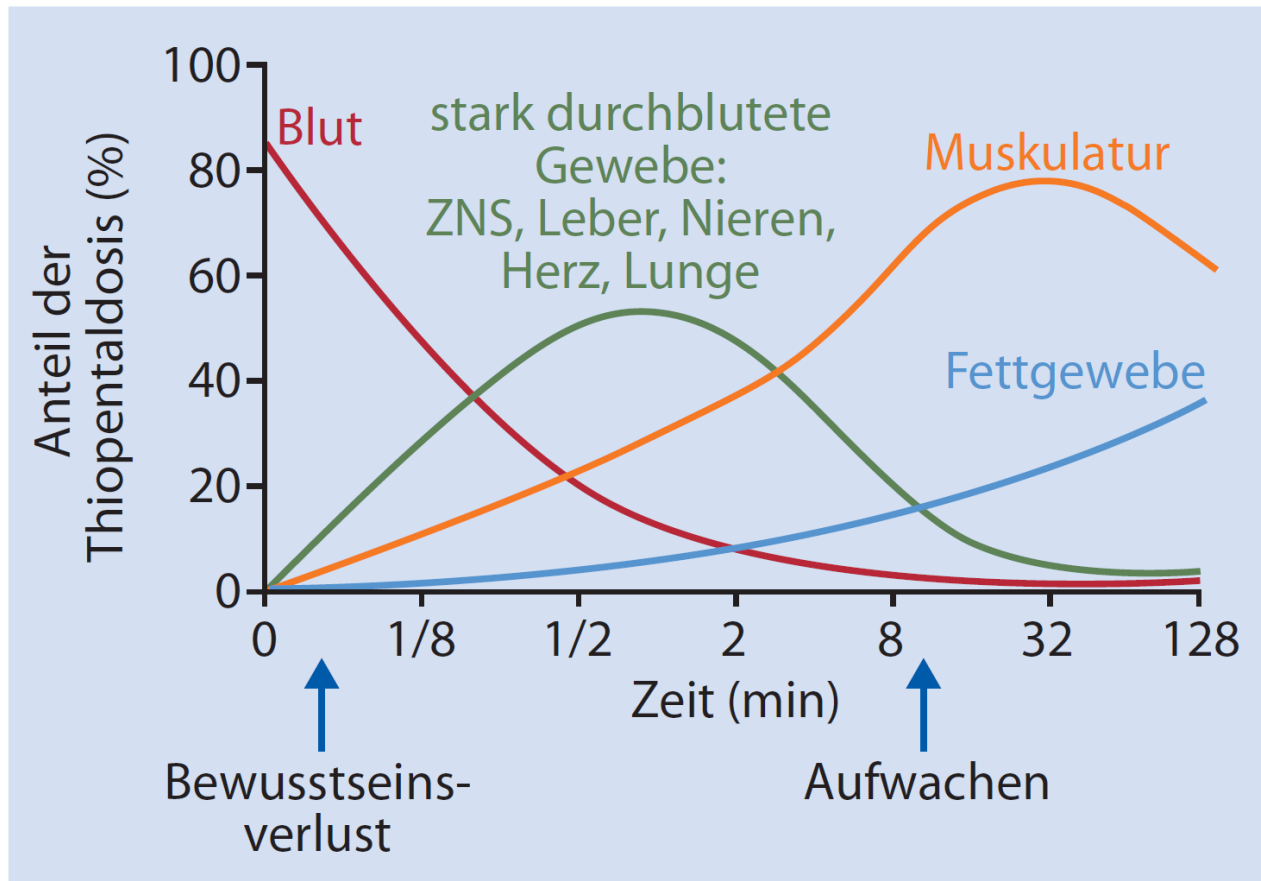
Nach der Injektion ...

- verteilt sich Propofol gleichmäßig im Blut. Die Konzentration (in  $\mu\text{g/ml}$ ) = **Plasmakonzentration** (da die Analyse im Plasma erfolgt).

Gleichzeitig mit der Injektion ...

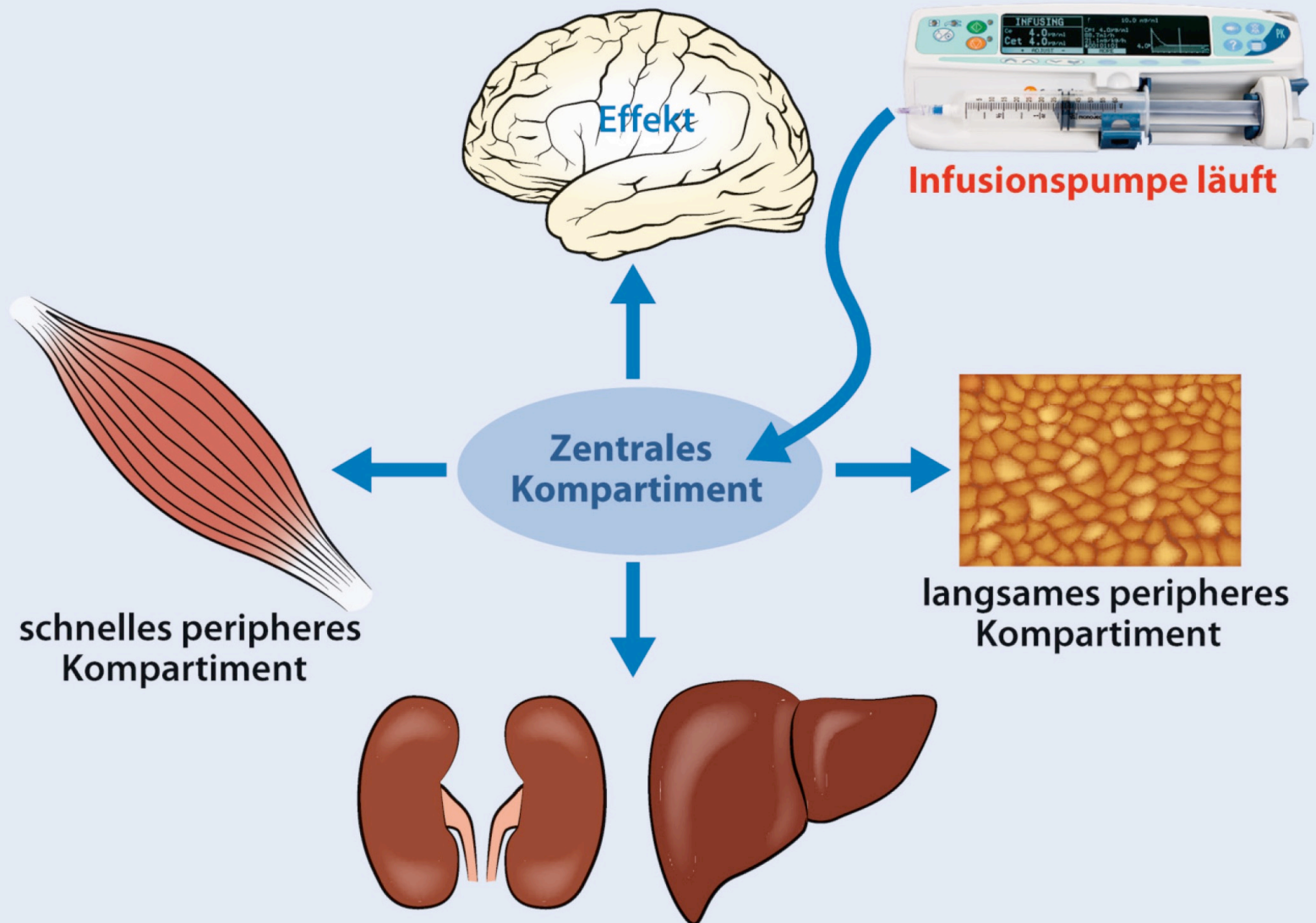
- ... wird Propofol aus dem Blut an die verschiedenen Gewebe ( $\approx$  Kompartimente) abgegeben = **Umverteilung**.
- ... wird Propofol v.a. in der Leber metabolisiert und v.a. über die Niere ausgeschieden = **Elimination**.

# Crashkurs Pharmakologie: Umverteilung

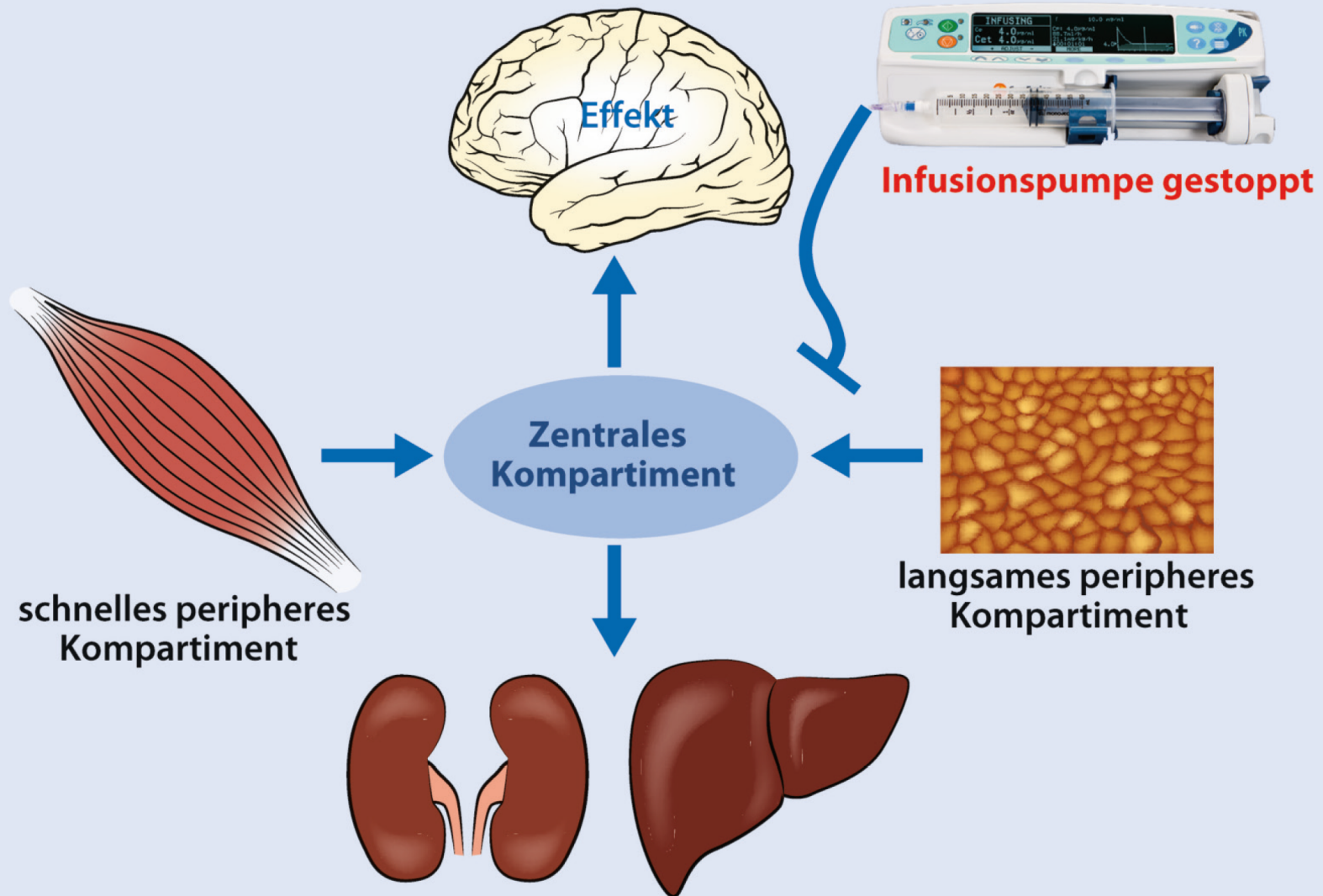


- Durch Umverteilung, Metabolisierung und Ausscheidung sinkt die Propofol-Plasmakonzentration ab.
- **Initialer Hauptmechanismus = Umverteilung!**

# Kumulation mit zunehmender Infusionsdauer



# Kumulation mit zunehmender Infusionsdauer



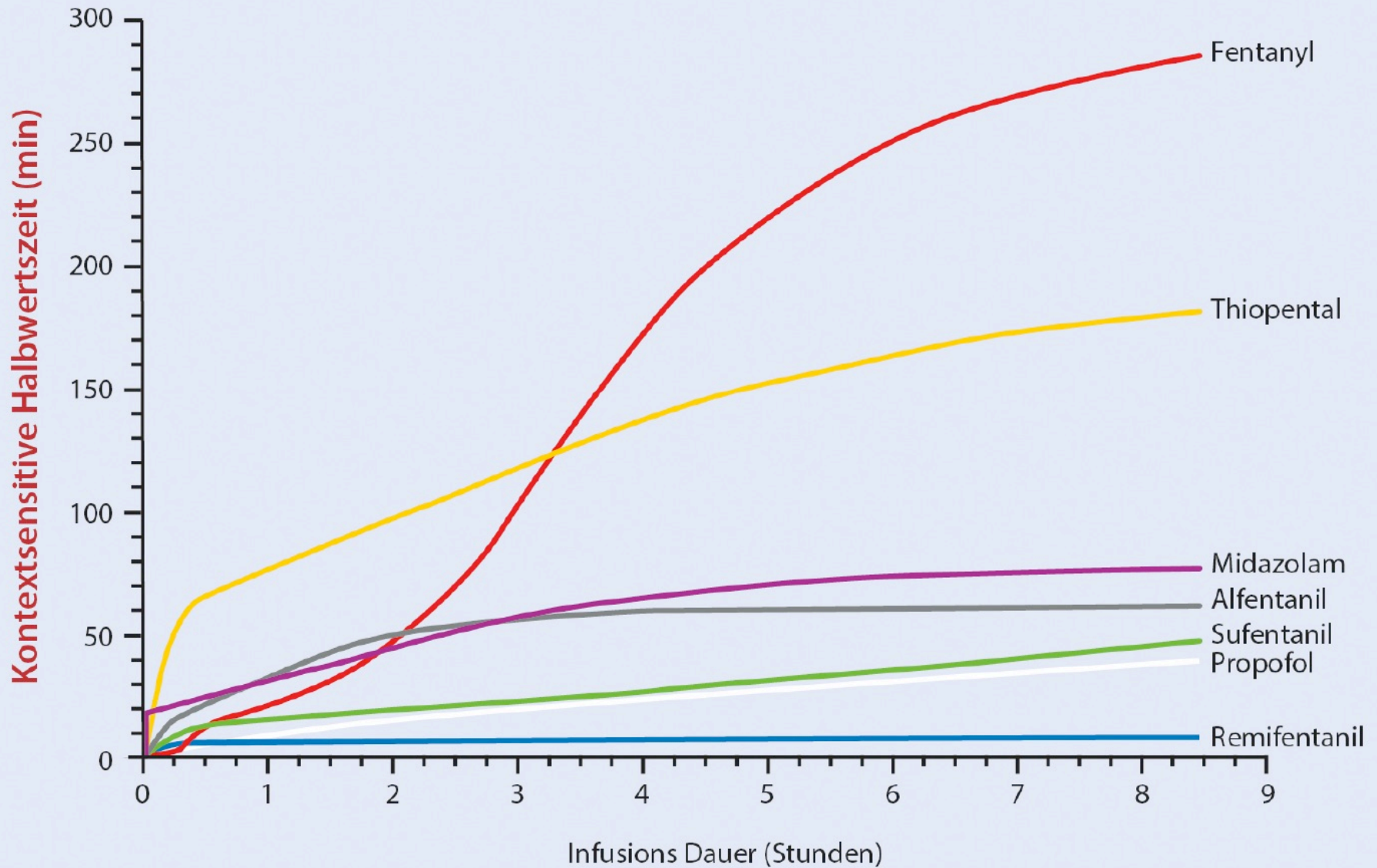


# Crashkurs Pharmakologie

---

- Während der Propofol-Infusion werden die Kompartimente zunehmend „aufgefüllt“ – um so mehr, je länger die Infusion dauert.
- Bei Infusionsende: Rückverteilung von Propofol aus den Kompartimenten in die Blutbahn.
- Daher sinkt die Propofol-Plasmakonzentration nicht so schnell wie bei alleiniger Elimination vorstellbar → der Patienten „schläft“ weiter, obwohl die Infusion bereits beendet ist.
- Damit ist die HWZ abhängig von der vorangegangenen Infusionsdauer = **kontext-sensitive Halbwertszeit**

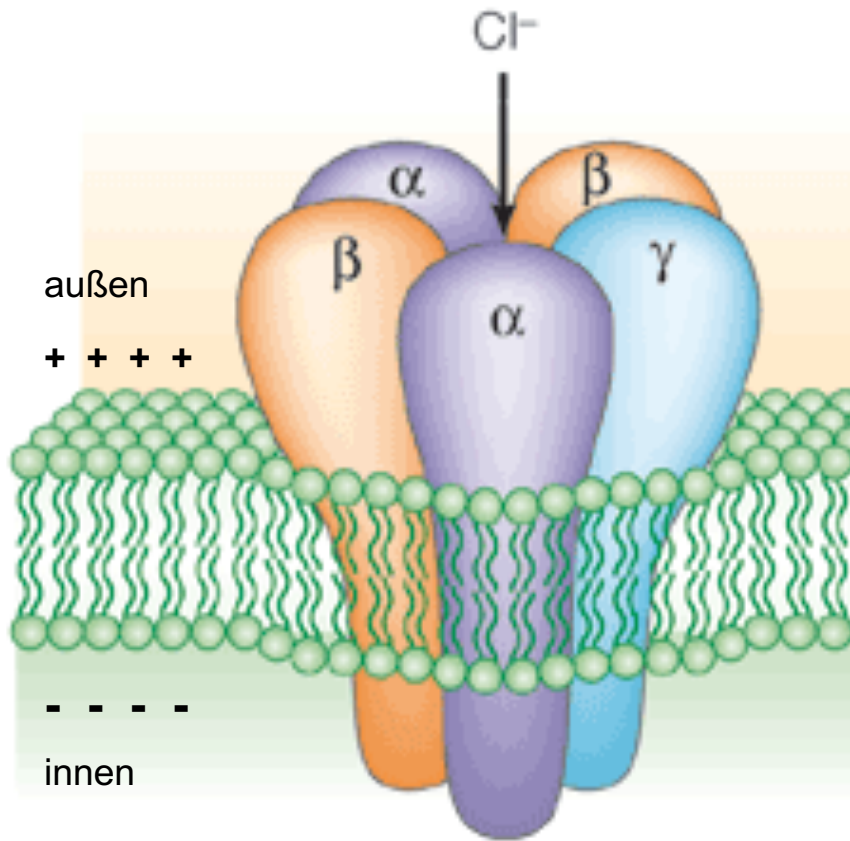
# Kontext-sensitive Halbwertszeiten



# Wirkung von Anästhetika

# Wirkung von Anästhetika ...

... v.a. am  $\gamma$ -Aminobuttersäure-Rezeptor Typ A ( $\text{GABA}_A$ )



- $\text{GABA}_A$ -Rezeptor = Chlorid-Kanal mit 5 Untereinheiten
- Diese Untereinheiten können wiederum aus verschiedenen Glykoproteinen bestehen ( $\alpha_{1-6}$ ,  $\beta_{1-3}$ ,  $\gamma_{1-3}$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\varphi$ ,  $\pi$ ).
- Die Aktivierung des Rezeptors erhöht die Chloridleitfähigkeit des Ionenkanals → Chlorid strömt ein → Hyperpolarisation → verminderte Erregbarkeit.

# Opiioide und Ketamin

# Opioide

---

## Opioide = Überbegriff

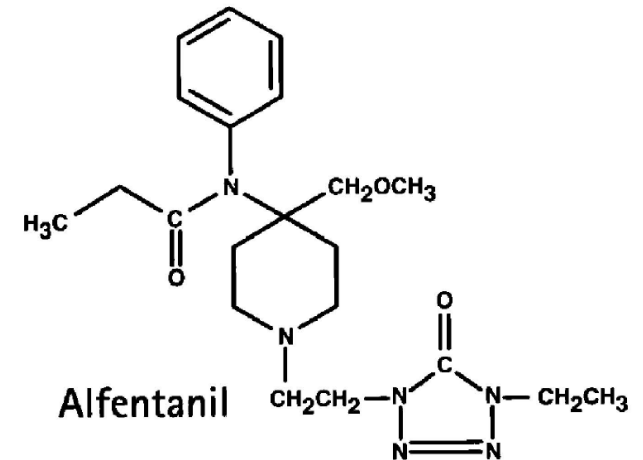
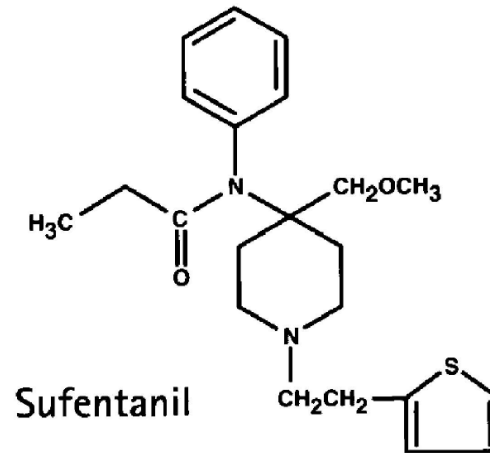
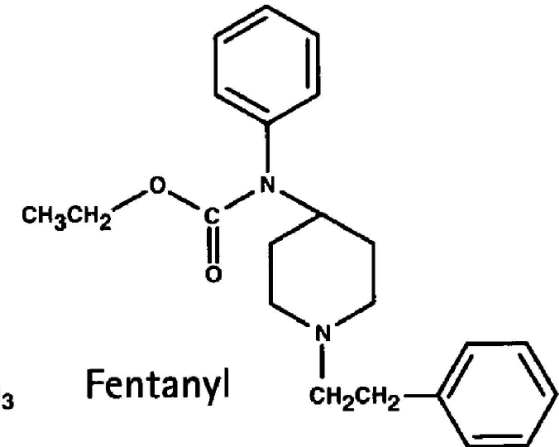
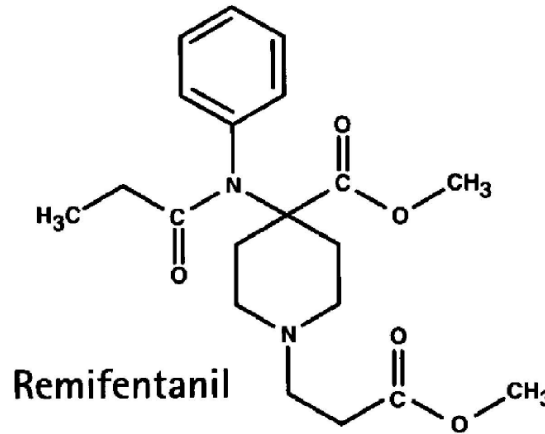
- Opioide im engeren Sinne = Substanzen, die am  $\mu$ -Opioid-Rezeptor wirken wie Fentanyl
- Opiate = Morphin u. Verwandte (aus Opium)

## Opioide wirken an Opioidrezeptoren:

- $\mu$  = Analgesie (Gehirn, Rückenmark), Sedierung, Atemdepression, Miosis, antitussiv, Juckreiz
- $\kappa$  = Analgesie, Sedierung, Dysphorie
- $\delta$  = Magen-Darm-Lähmung, Verhaltensmodulation

# Opioide zur Narkosezwecken

- Fentanyl
- Alfentanil
- Sufentanil
- Remifentanyl



# Fentanyl

---

- $\mu$ -Agonist, 1 ml = 0,05 mg (= 50  $\mu$ g)
- Anästhesieeinleitung: 2-4  $\mu$ g/kg (bei Erwachsenen mittleren Alters und Gewichts 0,1–0,3 mg)
- Wirkbeginn nach 1–2 min, Wirkmaximum 4–5 min
- Wirkdauer etwa 20–30 min
- Repetitionsbolus 1–2  $\mu$ g/kg
- Intraoperative Dauerinfusion wegen Kumulation nicht sinnvoll, wenn extubiert werden soll
- Wirkende nach Bolusgabe: Umverteilung, außerdem Metabolisierung in der Leber, v. a. über Cytochrom-P450-3A4 (CYP3A4), hauptsächlich zu Norfentanyl

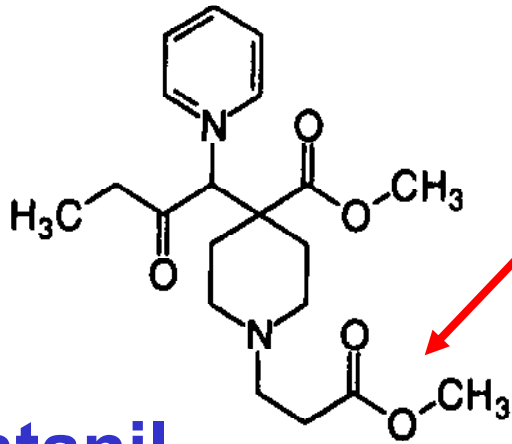


# Sufentanil

---

- $\mu$ -Agonist, *Sufenta*<sup>®</sup> 50  $\mu\text{g/ml}$ , *Sufenta mite*<sup>®</sup> 5  $\mu\text{g/ml}$
- 7-10-mal so potent wie Fentanyl, stärker sedierend
- Wirkbeginn nach 2-3 min, Wirkmaximum 7 min
- Wirkdauer etwa 30 min
- Anästhesieeinleitung 0,2–0,5  $\mu\text{g/kg}$  (bei Erwachsenen mittleren Alters und Gewichts 15-40  $\mu\text{g}$ )
- Repetitionsbolus 0,1–0,2  $\mu\text{g/kg}$
- Intraoperative Dauerinfusion mit 0,3–1,5  $\mu\text{g/kg/h}$ , nach 3 h Infusion 20–30 min vor Extubation beenden
- Wirkende nach Bolusgabe: Umverteilung, außerdem Metabolisierung in der Leber (v.a. CYP3A4)

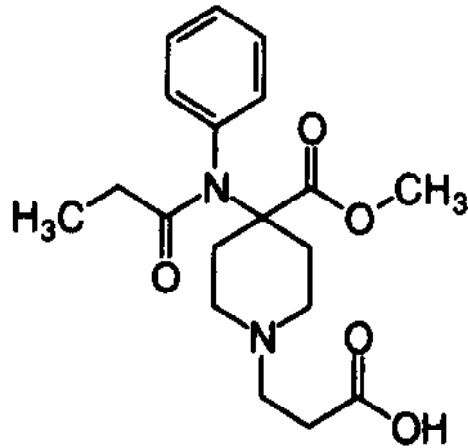
# Remifentanyl



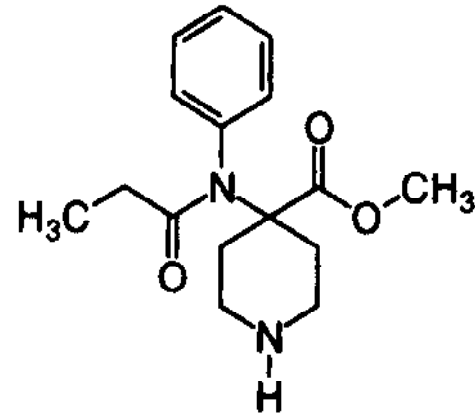
Unspezifische  
Esterasen

Major

Minor



GI-90291



GI-94219

# Remifentanyl

---

- $\mu$ -Agonist in Trockensubstanz  $\rightarrow$  muss aufgelöst werden  $\rightarrow$  verschiedene Konzentrationen möglich!
- Anwendung (quasi) nur als Perfusor
- Wirkbeginn nach 0,5–1 min, Wirkmaximum 1–2 min
- Bolus vorsichtig 0,25-0,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , sonst Thoraxrigidität
- Anästhesieführung 0,2 - 0,3  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$
- kontextsensitive HWZ 3-4 min
- Dosierung am besten nach LBM (lean body mass = fettfreie Körpermasse), alternativ approximierend nach Normalgewicht ( $\text{kg} = \text{Körpergröße in cm} - 100$ )

# Remifentanyl

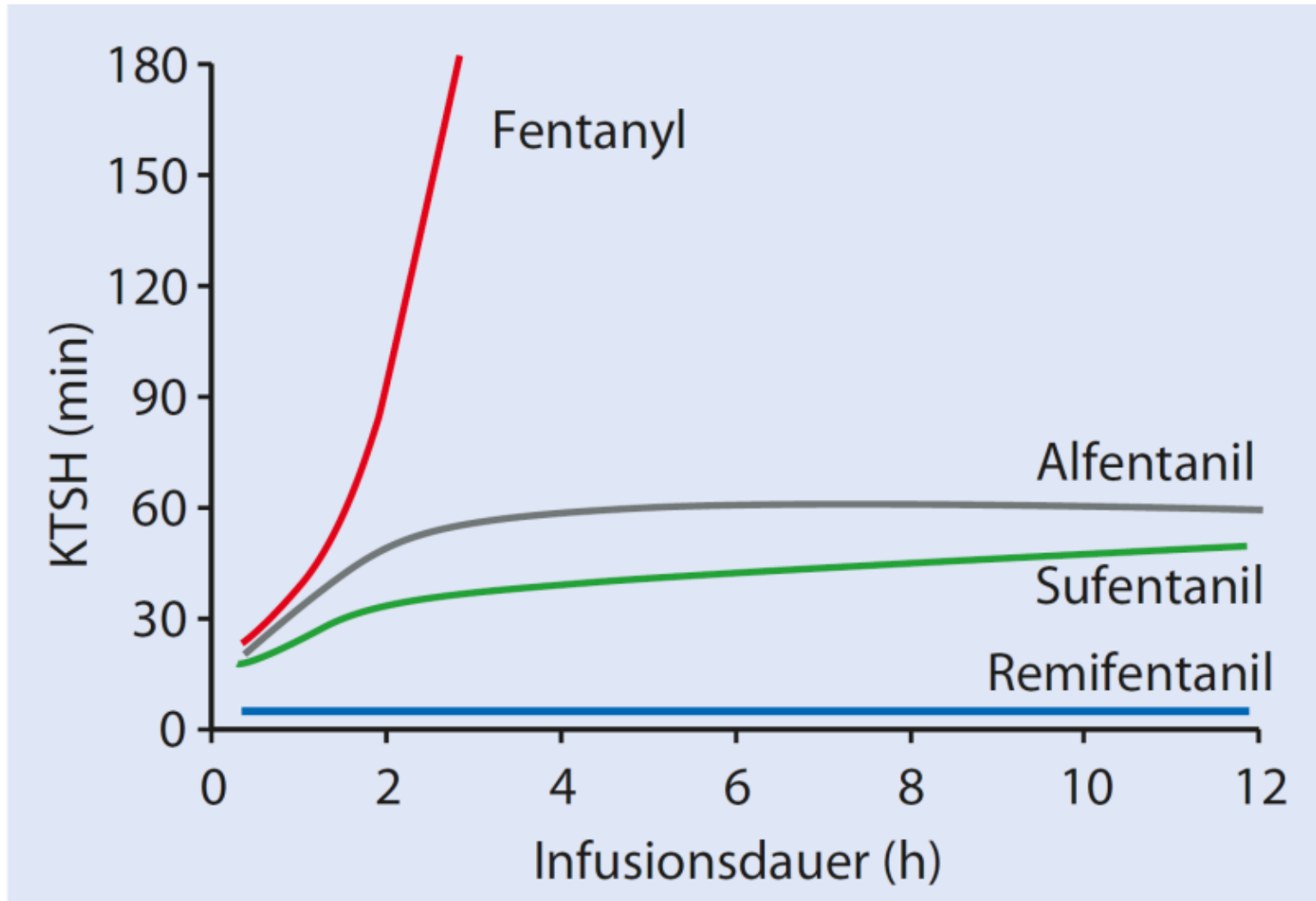
---

- Abbau durch unspezifische Plasma- und Gewebe-Esterasen
- komplett organunabhängig, also auch bei terminaler Nieren- oder Leberinsuffizienz
- Allerdings postoperativ keine analgetische Restwirkung
- Daher vorher (frühzeitige) Planung der postoperativen Schmerztherapie erforderlich

## **Klinikum Lünen:**

- Anästhesie: Remifentanyl 1 mg auf 50 ml = 20 µg/ml
- ICU: Remifentanyl 5 mg auf 50 ml = 100 µg/ml

# Kontext-sensitive HWZ (min)

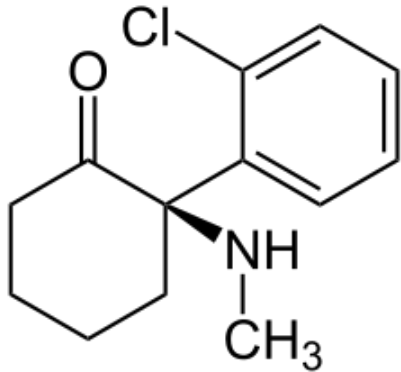


# Naloxon

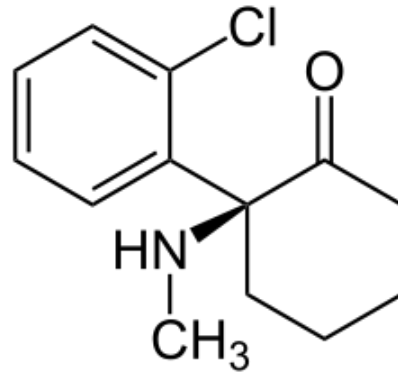
---

- Opioidantagonist (= N-Allylderivat von Oxymorphon)
- 1 Ampulle = 1 ml Lösung mit 0,4 mg Naloxon
- Dosierung: fraktioniert jeweils 0,1–0,4 mg, ggf. wiederholen
- Wirkungsbeginn nach 1–2 min
- Wirkdauer maximal 45–60 min
- Cave: Bei hoher Opioiddosierung bzw. lang wirksamen Opioiden muss mit einer Rückkehr der Opioidwirkung gerechnet werden
- Cave: Akute Entzugerscheinungen mit RR ↑↑ und HF ↑↑ bis zum Lungenödem

# Ketamin (i.v.-Anästhetikum)



**R(-)-Ketamin**



**S(+)-Ketamin**

R und S beschreiben die Rangfolge der Liganden am chiralen Zentrum.

+/- beschreiben die Drehung des polarisierten Lichts

- Ketamin-Molekül besitzt chirales Zentrum → es gibt S(+)-Ketamin („Esketamin“) und R(-)-Ketamin
- Hauptwirkung beim Esketamin
- Im Handel: Ketaminrazemat, Esketamin (Ketanest S<sup>®</sup>)
- Esketamin: Etwa halbe Dosis (x 0,5-0,7) von Razemat

# Ketamin

---

- Anwendung i.v., i.m., oral, rektal und nasal möglich
- Sehr gut analgetisch wirksam
- Spontanatmung erhalten (geringe Hypoventilation)
- Sehr gute Kreislaufstabilität (Ketamin hemmt Katecholamin-Reuptake → Herzfrequenz ↑, Blutdruck ↑)
- In hoher Dosierung „**dissoziative Anästhesie**“ (Patient wird von Umwelt „abgekoppelt“)
- Psychomimetische NW: dosisabhängig optische, akustische und propriozeptive Halluzinationen
- Daher zu Narkosezwecken vorher Hypnotikum oder Sedativum geben (aber Vorsicht im Rettungsdienst)



# Ketamin

- Ketamin = Phencyclidin-Derivat, blockiert nichtkompetitiv den NMDA-Rezeptor
- Bronchodilatation (hochdosiert bei Status asthmaticus)
- Ketamin steigert die Speichel- und Bronchialsekretion  
→ evtl. Vorgabe von Atropin oder Glycopyrrolat
- Ketamin kann beim SHT eingesetzt werden, wenn eine kontrollierte Beatmung erfolgt

## Dosierung für Ketamin-Razemat

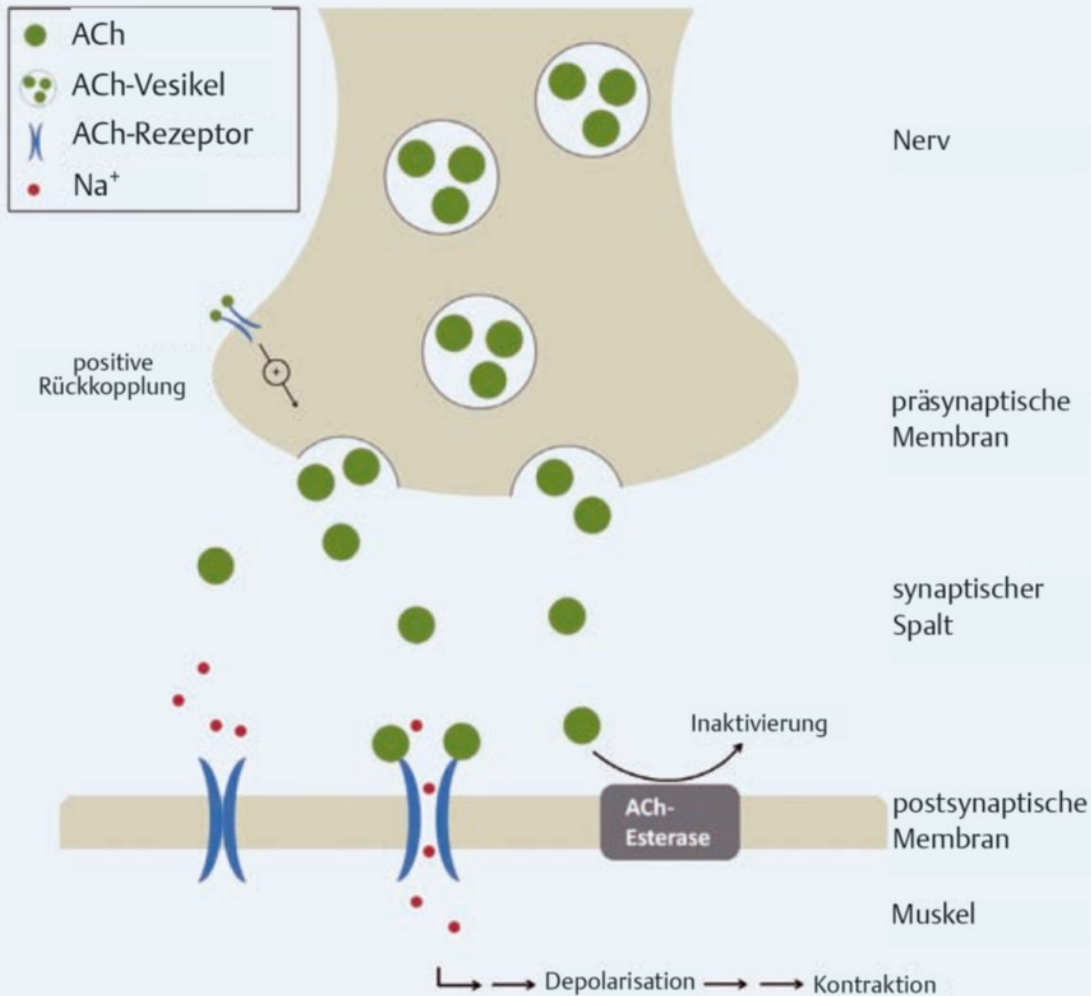
für Esketamin etwa halbe Dosis (x 0,5-0,7)

- **Analgesie im RettDienst:** 0,25 - 1 mg/kg i.v.
- **Narkose-Einleitung** 1 - 3 mg/kg i.v.

# Muskelrelaxanzien

# Motorische Endplatte

## Physiologie der neuromuskulären Übertragung



Bildnachweis: Dennis Döcker / Katharinenhospital Stuttgart

- Erregung des Motoneurons
- Ausschüttung von ACh
- Stimulation der postsynaptischen ACh-Rezeptoren
- u.a. Na<sup>+</sup>-Einstrom
- Kontraktion der Skelettmuskelzelle

# Muskelrelaxanzien: Wirkung

---

Es gibt 2 unterschiedliche Möglichkeiten zur Blockade der neuromuskulären Transmission

## **Nichtdepolarisationsblock:**

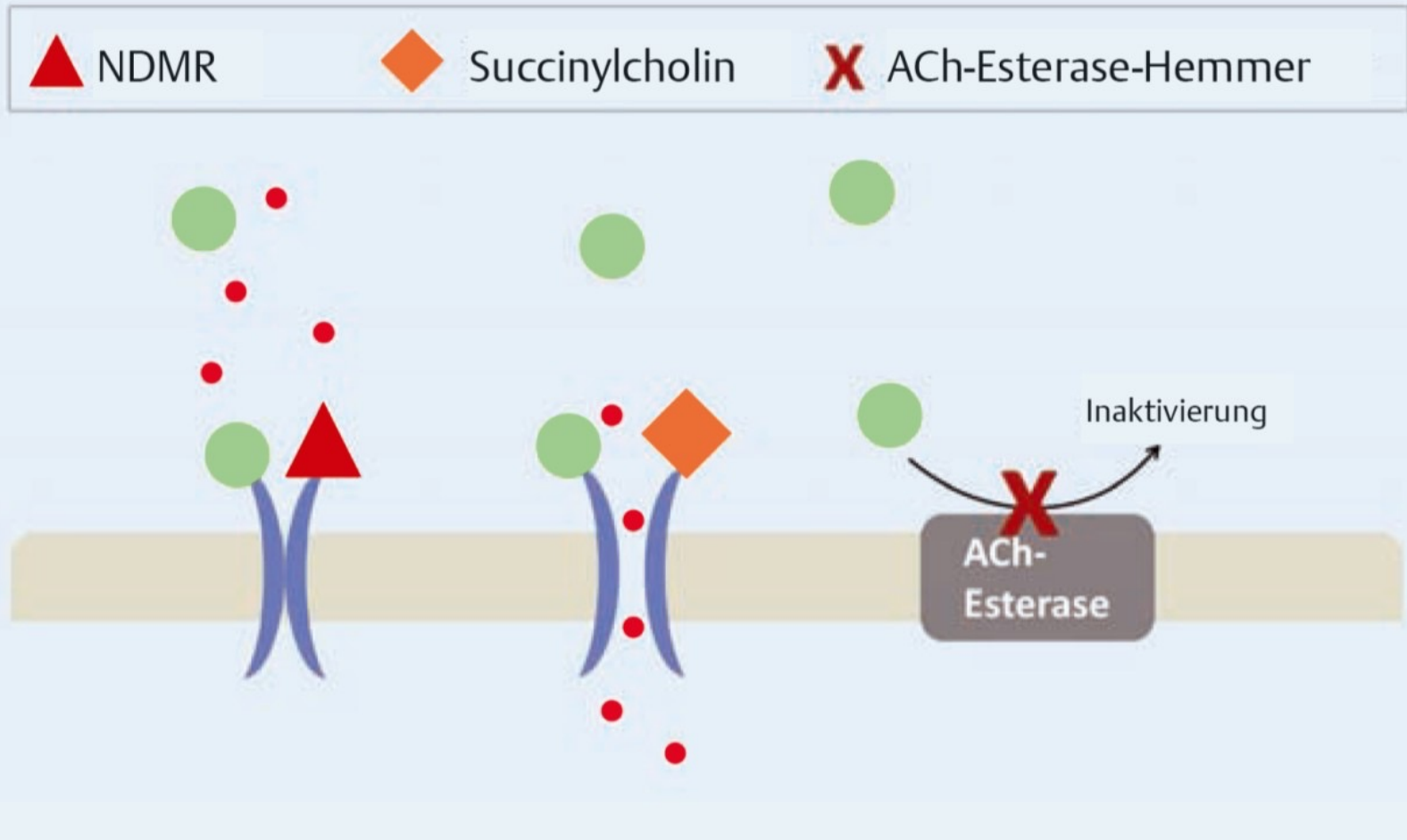
- Blockade der postsynaptischen ACh-Rezeptoren durch kompetitive ACh-Antagonisten
- Atrac, Cisatrac, Miva, Vec, Roc, Panc

## **Depolarisationsblock:**

- Auslösung eines Aktionspotenzials, dann aber langsamer Abbau / langsame Abdiffusion → Dauerdepolarisation der postsynaptischen Membran
- Succinylcholin

# Blockade der motorischen Endplatte

## Schematische Darstellung der Gruppen von Muskelrelaxanzien



# ED95 und Intubationsdosis

**Tab. 2** Einfache, doppelte ED<sub>95</sub> und die üblicherweise empfohlene „Intubationsdosis“ der in der ambulanten Anästhesie verwendbaren Muskelrelaxanzien. (Modifiziert nach [32])

Muskelrelaxans	ED <sub>95</sub>	2-mal ED <sub>95</sub>	„Intubationsdosis“
<b>Nichtdepolarisierend</b>			
Mivacurium (mg/kgKG)	0,07	0,14	0,2–0,25
Atracurium (mg/kgKG)	0,25	0,5	0,5–0,6
Cisatracurium (mg/kgKG)	0,05	0,1	0,1–0,15
Vecuronium (mg/kgKG)	0,05	0,1	0,1
Rocuronium (mg/kgKG)	0,3	0,6	0,6
<b>Depolarisierend</b>			
Succinylcholin (mg/kgKG)	0,3	0,6	1–1,5

**Cave:** Je höher die Dosis, umso schneller werden gute Intubationsbedingungen erreicht, aber umso länger ist auch die klinische Wirkdauer.

# Rocuronium (Esmeron®)

---

- gehört zur Gruppe der Steroid-Relaxanzien
- $ED_{95} = 0,3 \text{ mg/kg}$
- normale Intubationsdosis ( $2 \times ED_{95}$ ) =  $0,6 \text{ mg/kg}$
- Anschlagzeit 1-2 min
- mittellang wirksam (Intubationsdosis ~45 min)
- Wirkdauer durch Leberinsuffizienz etwas, durch Niereninsuffizienz nur gering beeinträchtigt
- Durch Dosissteigerung auf  $0,9\text{-}1,2 \text{ mg/kg}$  „Blitzintubation“ wie bei Succinylcholin möglich, aber dann mit längerer Wirkdauer (etwa 2 h)
- Reversierung mit Sugammadex (Bridion®) möglich

# Cisatracurium (Nimbex®)

---

- gehört zur Gruppe der Benzylisochinoline
- $ED_{95} = 0,05 \text{ mg/kg}$
- Intubationsdosis ( $2 \times ED_{95}$ ) =  $0,1 \text{ mg/kg}$
- Anschlagzeit (3-)4 min (einziger Nachteil)
- Mittellang wirksam (Intubationsdosis ~45 min)
- Wirkende: Spontanzerfall („Hofmann-Elimination“) und Abbau durch unspezifische Esterasen
- dadurch keine Wirkverlängerung bei Leber- oder Niereninsuffizienz
- keine Histaminfreisetzung → kein Blutdruckabfall



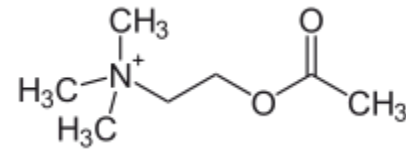
# Mivacurium (Mivacron®)

---

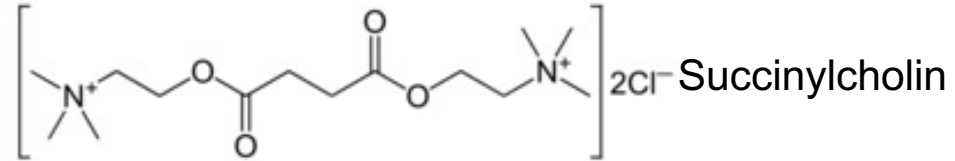
- gehört zur Gruppe der Benzylisochinoline
- $ED_{95} = 0,07 \text{ mg/kg}$
- Intubationsdosis ( $2-3 \times ED_{95}$ ) =  $0,15 - 0,2 \text{ mg/kg}$
- Anschlagzeit (2-)4 min (je nach Intubationsdosis)
- kurz-mittellang wirksam (Intub-Dosis  $\sim 15-20$  min)
- Abbau durch Pseudocholinesterase  $\rightarrow$  (deutliche) Wirkdauererlängerung bei Pseudocholinesterasemangel (wie Succinylcholin)
- Wirkverlängerung bei Leber- und Niereninsuffizienz
- Histaminfreisetzung  $\rightarrow$  Blutdruckabfall

# Succinylcholin

---



Acetylcholin



- Depolarisationsblock
- Muskelrelaxans mit dem schnellsten Wirkeintritt und der kürzesten Wirkdauer
- Dosis für Erwachsene: 1 – 1,5 mg/kg i.v.
- Wirkeintritt nach 30 – 60 s
- Wirkdauer etwa 8 – 12 min
- NW: Bradykardie (bei Bedarf 0,5 mg Atropin i.v.)
- Kontraindikationen beachten!

# Succinylcholin ist kontraindiziert bei Patienten mit

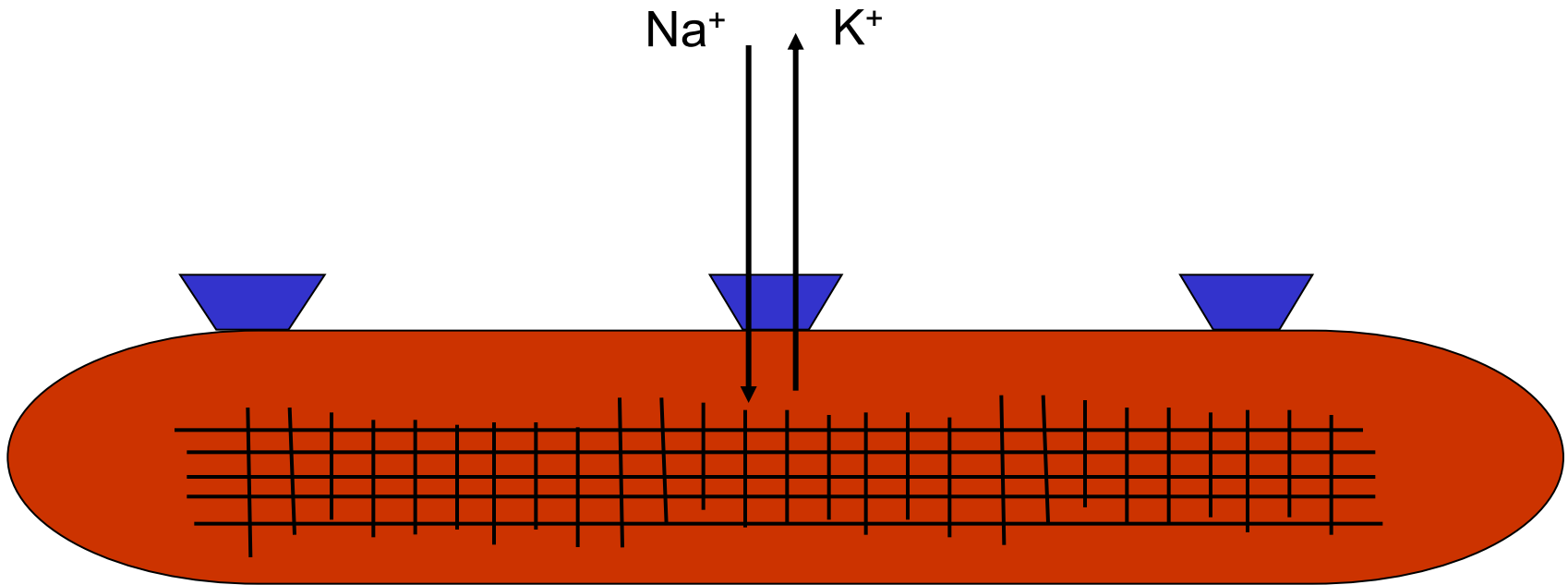
---

- Muskelerkrankung
  - Lähmung
  - Hyperkaliämie
  - Bettlägerigkeit > 48 h, z.B. nach Polytrauma oder schweren Verbrennungen
- }  $K^+$  ↑ ↑
- bekannter Allergie
  - maligner Hyperthermie
- } Eigenständige Erkrankungen

# Succi und gesunder Patient

---

Succi



# Patient mit Muskelerkrankung, Lähmung, langer Bettlägrigkeit nach Polytrauma oder Verbrennung

Succi

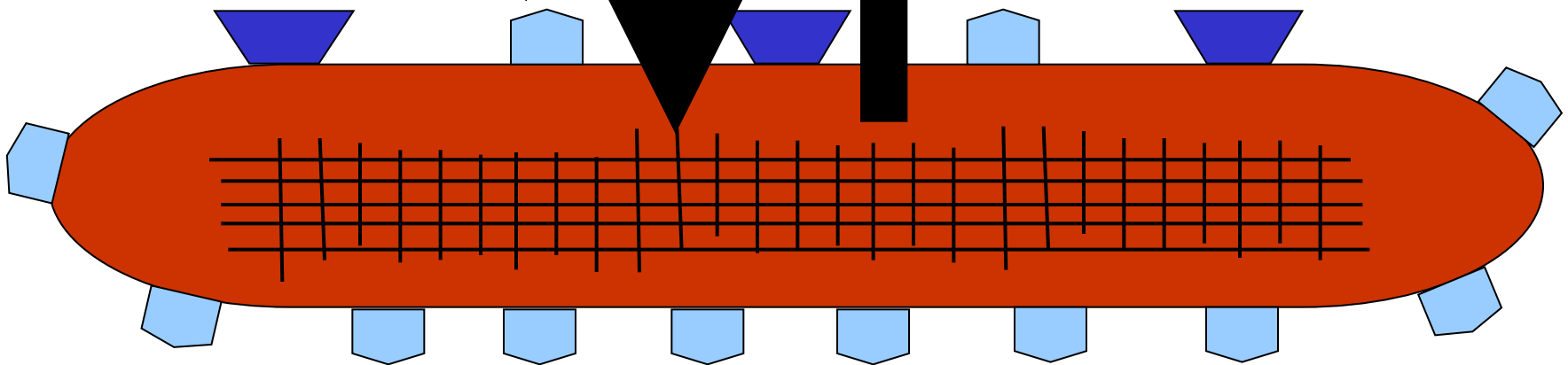


Bildung  
zusätzlicher  
motorische  
Endplatten

$\text{Na}^+$

$\text{K}^+$

**Kaliumwerte  
bis 12 mmol/l  
und mehr !**



# DGAI zu Succinylcholin 2002

Anästhesiologie & Intensivmedizin 2002, 43: 831

---

„Die Indikation für die Anwendung des Muskelrelaxans Succinylcholin – nämlich die zügige Intubation ... bei Patienten mit einem hohen Risiko der Aspiration von Mageninhalt (Sectio caesarea, Ileus) bzw. bei respiratorischen Notfällen (Laryngospasmus) – ist bis heute (trotz bestehender Alternativen) weitgehend unumstritten geblieben.

Dagegen muss die **routinemäßige Verwendung von Succinylcholin bei elektiven Eingriffen** bis auf wenige Ausnahmen als **kontraindiziert** angesehen werden, insbesondere auch bei elektiven Eingriffen im Kindesalter.“

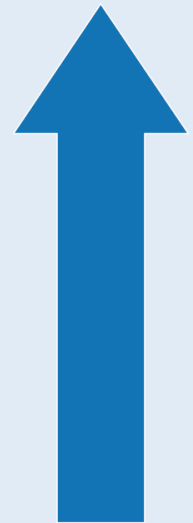
# Neuromuskuläre Restblockade

---

- Neuromuskuläre Restblockade = klinisch relevant!
- Luftnot: Tachypnoe, flache Atemzüge
- Bewegungsunfähigkeit
- Sehstörungen, Schluckstörungen
- Postop. Komplikationen denkbar, z. B. Pneumonie

Zur Erinnerung: Empfindlichkeit  
verschiedener Muskelgruppen  
gegenüber Muskelrelaxanzien

- Pharynxmuskulatur
- M. masseter
- M. genioglossus
- **M. adductor pollicis**
- Abdominalmuskulatur
- M. orbicularis oculi
- Stimmbandmuskulatur
- M. corrugator supercilii
- Diaphragma



# Neuromuskuläres Monitoring

---





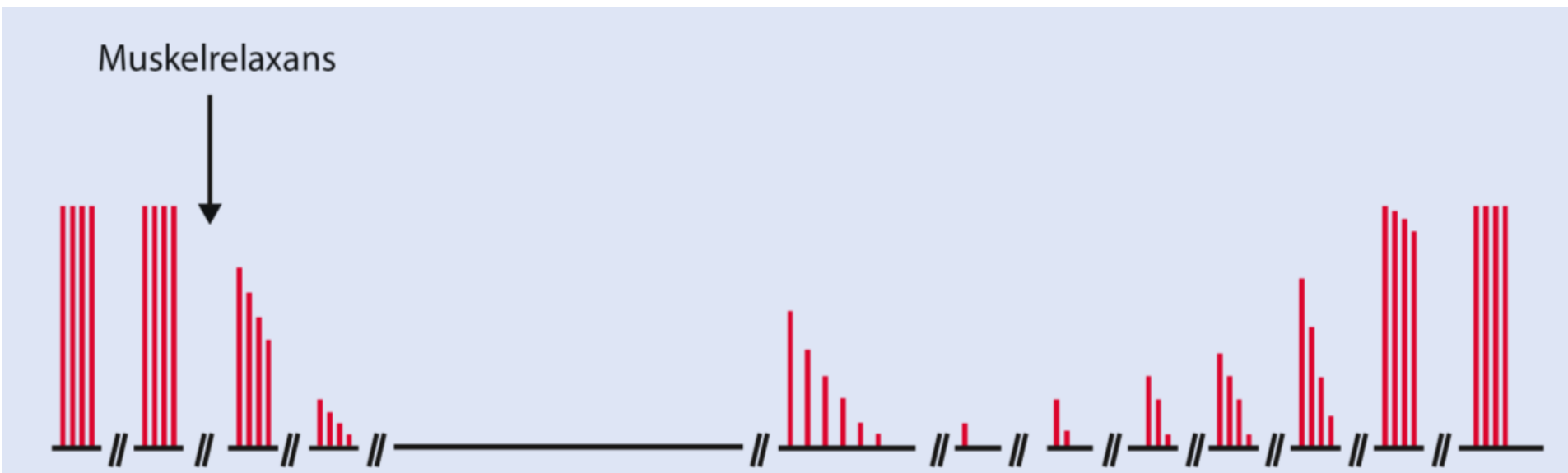
# Neuromuskuläres Monitoring

---



# Relaxometrie: TOF (Train of Four)

- **TOF (Train of Four):** 4 Reize alle 0,5 s, kann zur kompletten Überwachung verwendet werden



# Antagonisierung / Reversierung

- Neostigmin 40–50 µg/kg
  - dazu Atropin 15 µg/kg
  - In der Klinik: 3:1 oder 5:2 (3 Amp. Neostigmin à 0,5 mg und 1 Amp. Atropin oder 5: 2)
- Bei 80 kg sind das bis zu 4 mg Neostigmin und 1,2 mg Atropin

Empfohlene Neostigmindosis gemäß quantitativem neuromuskulärem Monitoring [43,44].

TOF-Ratio	Neostigmindosis
0,2-0,5	40 µg/kg
0,5-0,7	20 µg/kg
0,7-0,9	10 µg/kg

# Sugammadex

- Sugammadex ist ein Cyclodextrin
- Rocuronium und Vecuronium werden „enkapsuliert“

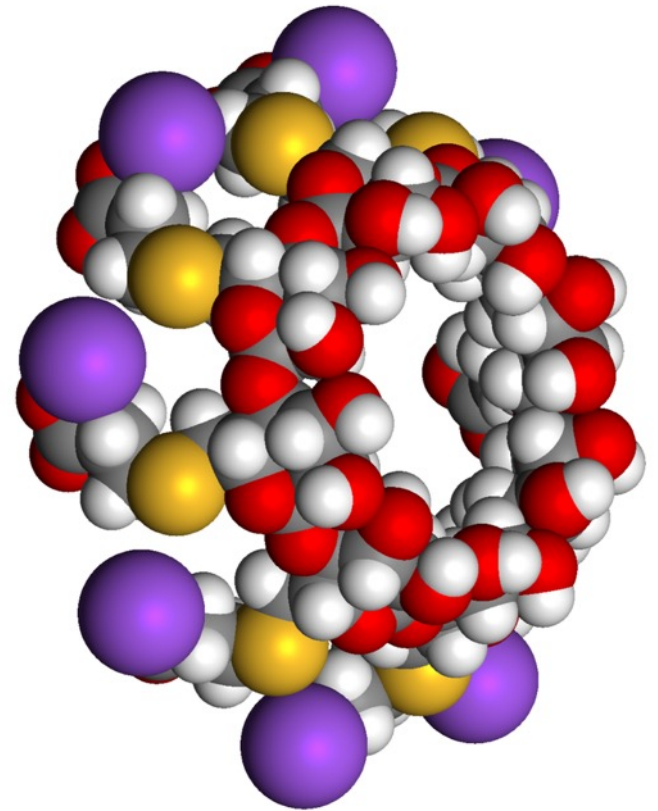
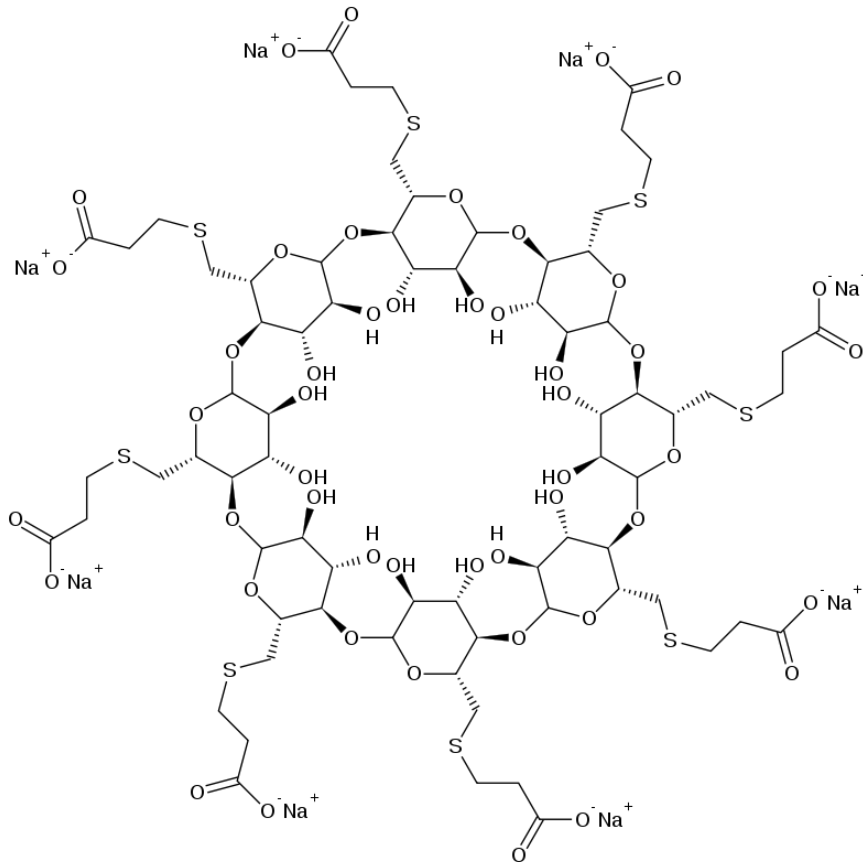


Abb. aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sugammadex>

# Antagonisierung / Reversierung

- Sugammadex (z. B. Bridion)
- 1 ml enthält 100 mg Sugammadex.
- Durchstechflasche: 2 ml (200 mg), 5 ml (500 mg)

TOF-Ratio	Sugammadexdosis
PTC <1	16 mg/kg
PTC ≥1-2	4 mg/kg
T4-Zahl ≥2	2 mg/kg
T4-Zahl =4	1 mg/kg*
TOF: 0,2-0,5	0,75 mg/kg*
TOF: 0,5-0,9	0,25 mg/kg*

\* Diese Dosierungen sind bislang nur in Dosisfindungsstudien, nicht jedoch in Vergleichsstudien untersucht. Sie sind vom Hersteller der Substanz nicht empfohlen.

## Case report

# Sugammadex in the management of rocuronium-induced anaphylaxis

N. J. McDonnell<sup>1,2,3\*</sup>, T. J. G. Pavy<sup>2,3</sup>, L. K. Green<sup>3</sup> and P. R. Platt<sup>4</sup>

<sup>1</sup> School of Women's and Infants' Health and <sup>2</sup> School of Medicine and Pharmacology, University of Western Australia, Australia

<sup>3</sup> Department of Anaesthesia and Pain Medicine, King Edward Memorial Hospital for Women, Western Australia, Australia

<sup>4</sup> Department of Anaesthesia, Sir Charles Gairdner Hospital, Western Australia, Australia

\* Corresponding author. E-mail: nolan.mcdonnell@health.wa.gov.au

### Editor's key points

- During an anaphylactic reaction to rocuronium, there was a poor response to standard treatment.
- Sugammadex given 19 min after rocuronium was associated with haemodynamic improvement.
- The exact role of sugammadex here is not clear but is worthy of investigation.
- However, this is an unlicensed use.

Anaphylaxis during anaesthesia is a rare event that in ~60–70% of cases is secondary to neuromuscular blocking agents. It has been suggested previously that the recent introduction of sugammadex may provide a novel therapeutic approach to the management of rocuronium-induced anaphylaxis. We describe the case of a 33-yr-old female who suffered a severe anaphylactic reaction to rocuronium, presenting with cardiovascular collapse on induction of anaesthesia. After 19 min of traditional management, she was given a bolus of sugammadex 500 mg. This was associated with an improvement in the adverse haemodynamic state. The underlying reasons for this are unclear, but sugammadex may potentially be a useful adjunct in the management of rocuronium-induced anaphylaxis.

**Keywords:** anaphylaxis; rocuronium; sugammadex

Accepted for publication: 8 November 2010

# Vielen Dank für Ihr Interesse!



[meyer-friessem.christine@klinikum-luene.de](mailto:meyer-friessem.christine@klinikum-luene.de) Tel. 02306 – 77 – 2801

