

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^{1*}

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.
 - H₂-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 = !)

- β -Blocker!, Clonidin!, Nitrate, Digitalis
- Statine!
- Insulin dosisangepasst (Diab mell Typ 1!, Typ 3!)
- In der Regel weitergeben: Psychopharmaka, Antiparkinson, Kortikoide, β_2 -Mimetika, Schilddrüsenhormone

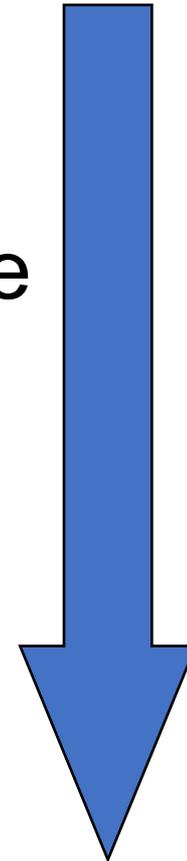
Am Morgen der OP absetzen:

- 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, FiO₂, CO₂
- „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
Akademisches Lehrkrankenhaus
der Westf. Wilhelms-Universität Münster

Patientenaufkleber
oder
Name und Geb.-Datum

Vor der Anästhesieeinleitung ...

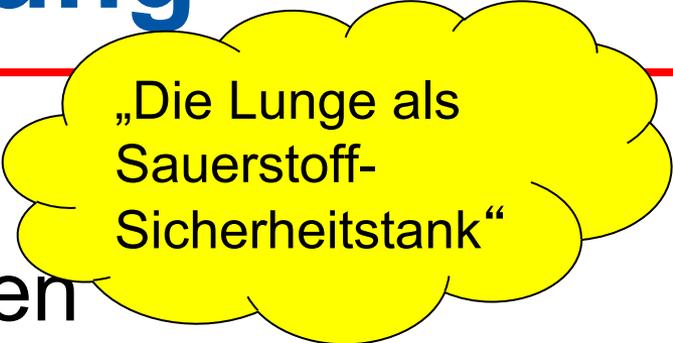
- Narkosegerät prüfen
- Identität des Patienten prüfen
- OP und OP-Seite prüfen
- „Aktenstudium“
- Präoxygenierung



„Die Lunge als
Sauerstoff-
Sicherheitstank“

Präoxygenierung

Präoxygenierung

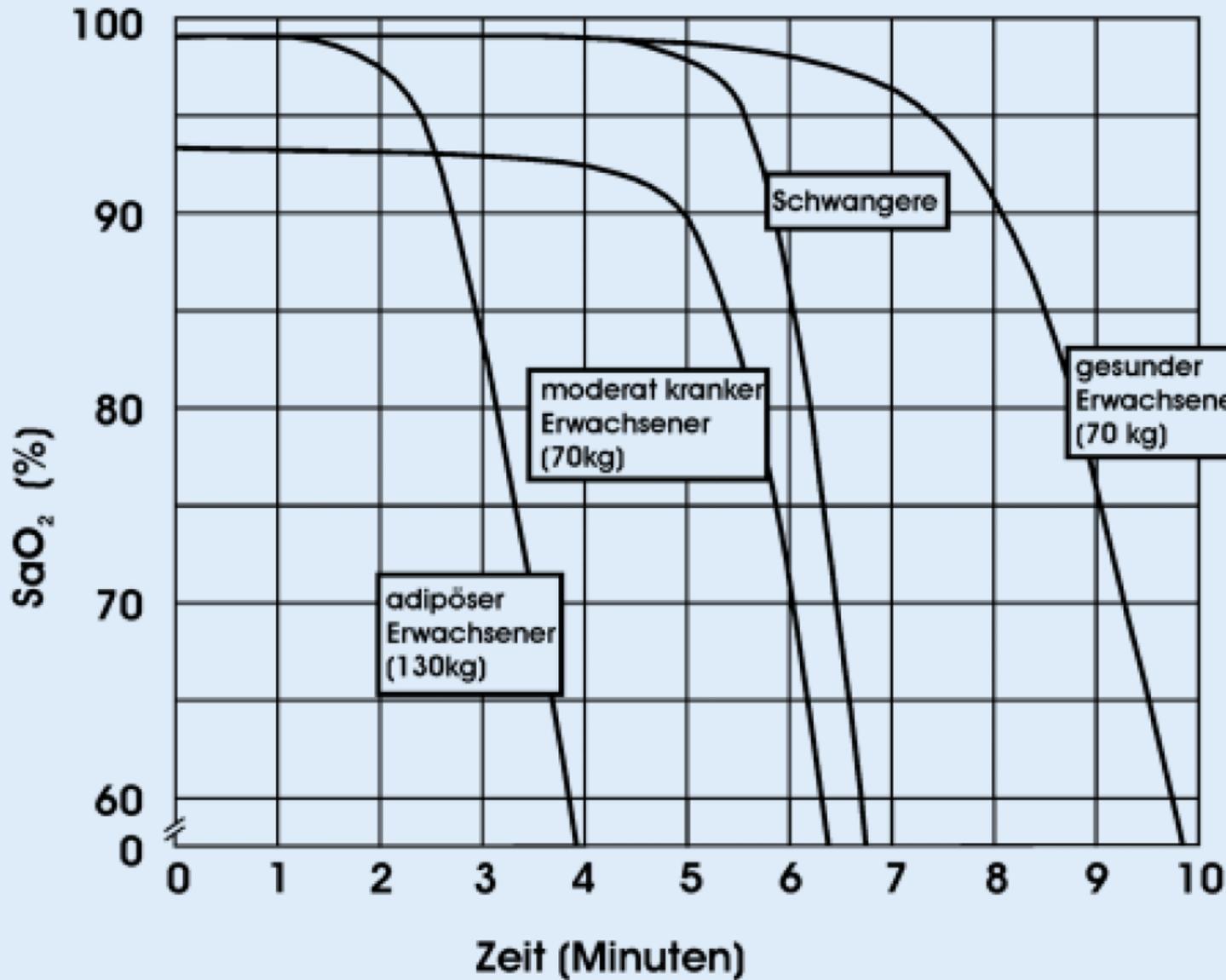


„Die Lunge als
Sauerstoff-
Sicherheitstank“

- 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**

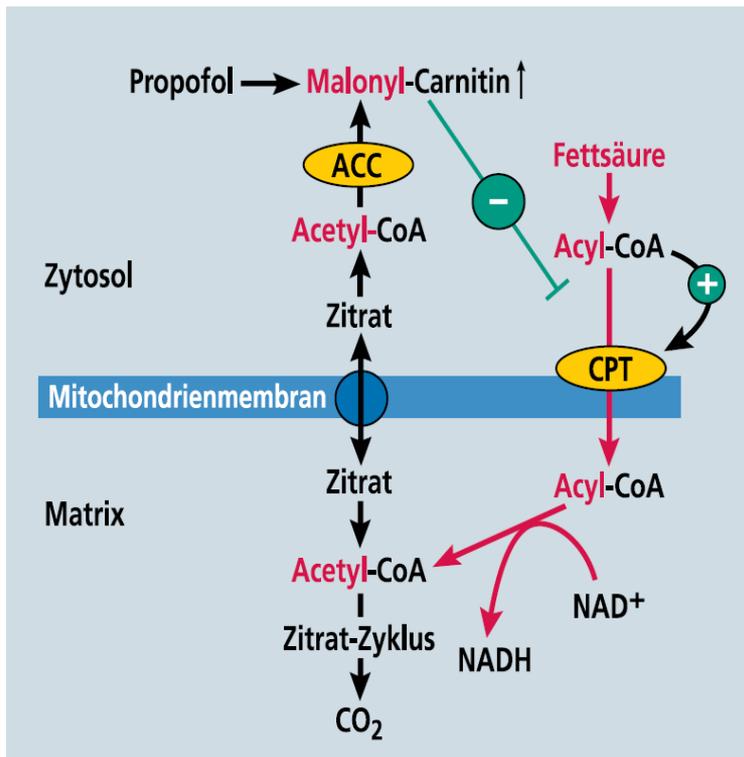
Propofol

- 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 O₂-Verbrauch (CMRO₂) 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 CMRO₂ 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

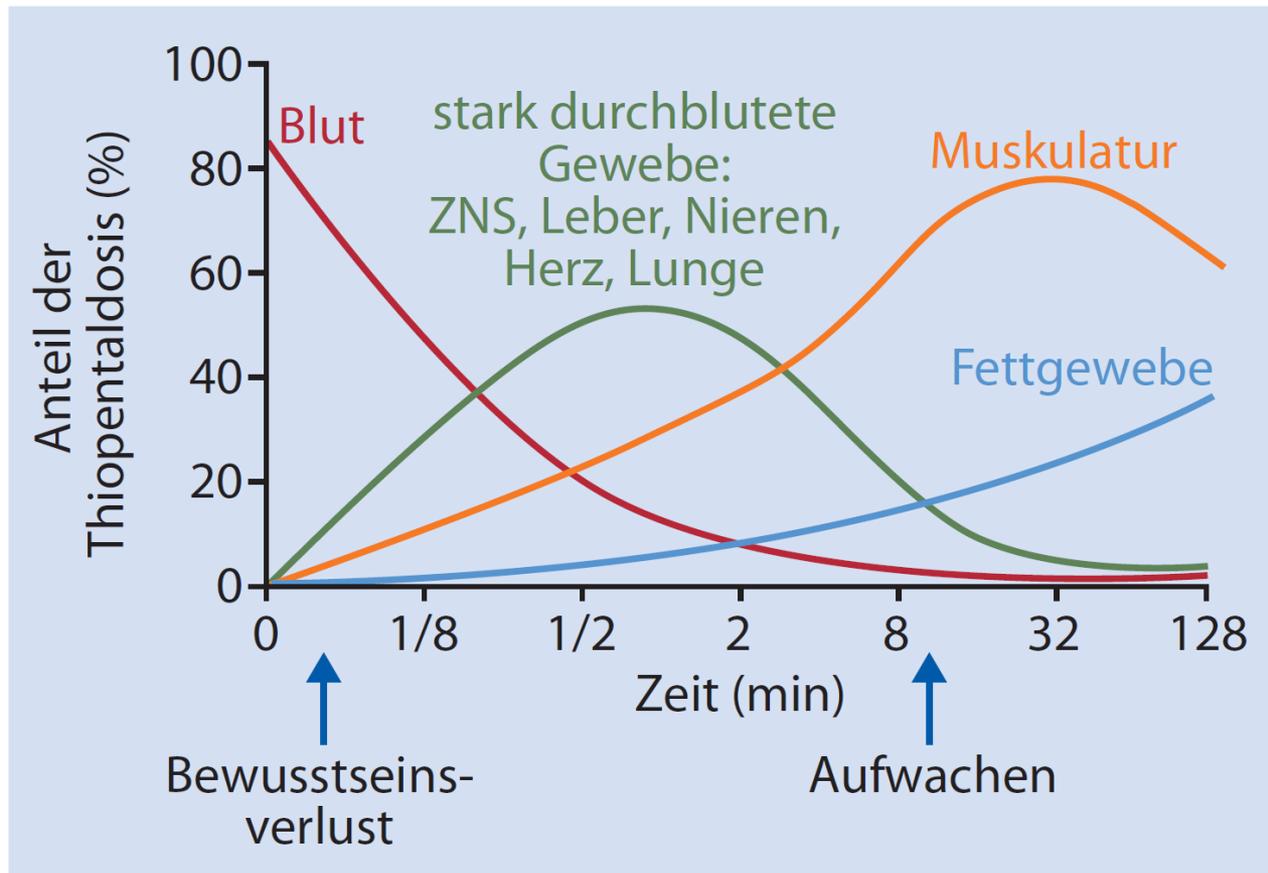
Nach der Injektion ...

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

Gleichzeitig mit der Injektion ...

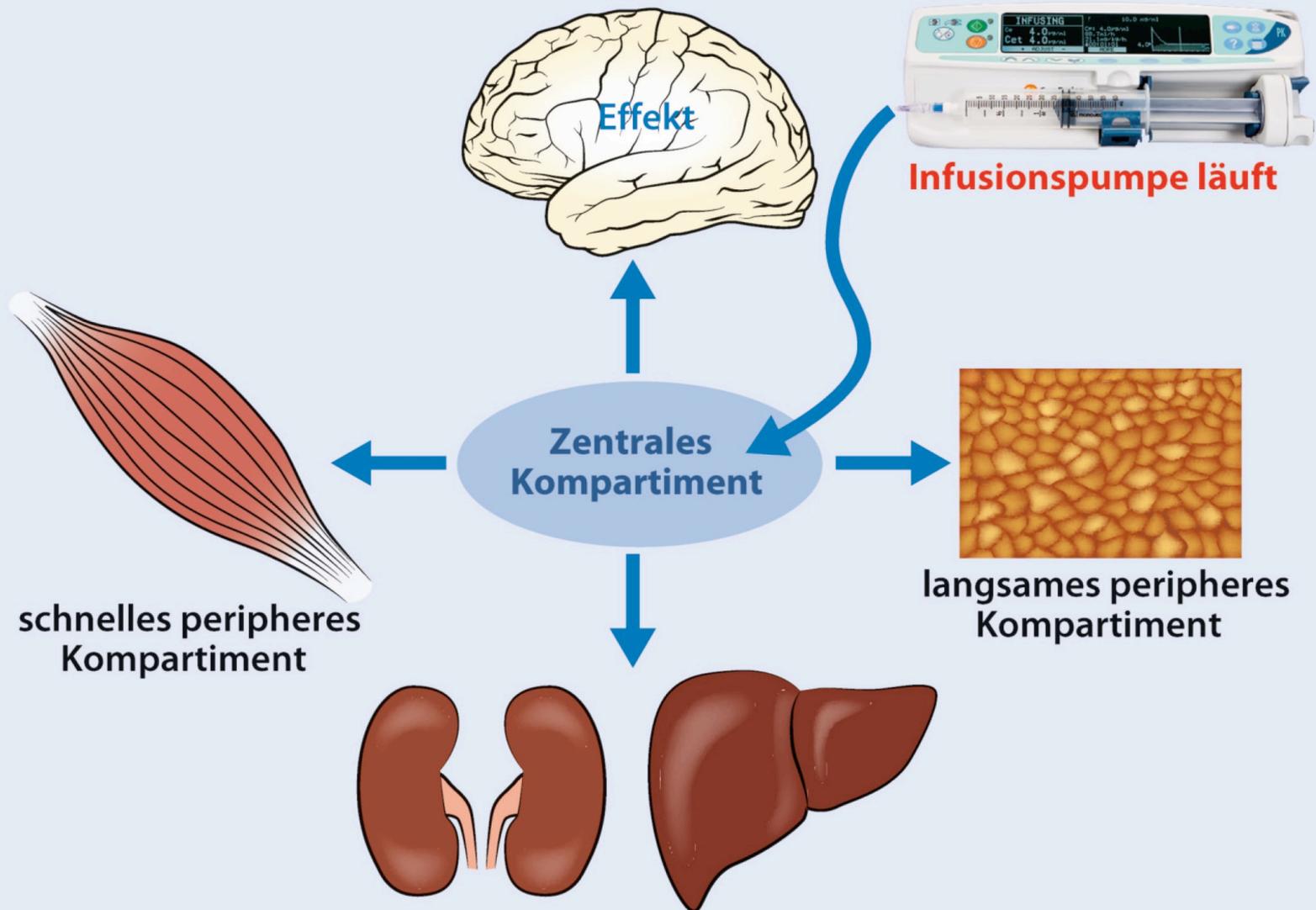
- ... wird Propofol aus dem Blut an die verschiedenen Gewebe (\approx Kompartimente) abgegeben = **Umverteilung**.
- ... wird Propofol v.a. in der Leber metabolisiert und v.a. über die Niere ausgeschieden = **Elimination**.

Crashkurs Pharmakologie: Umverteilung

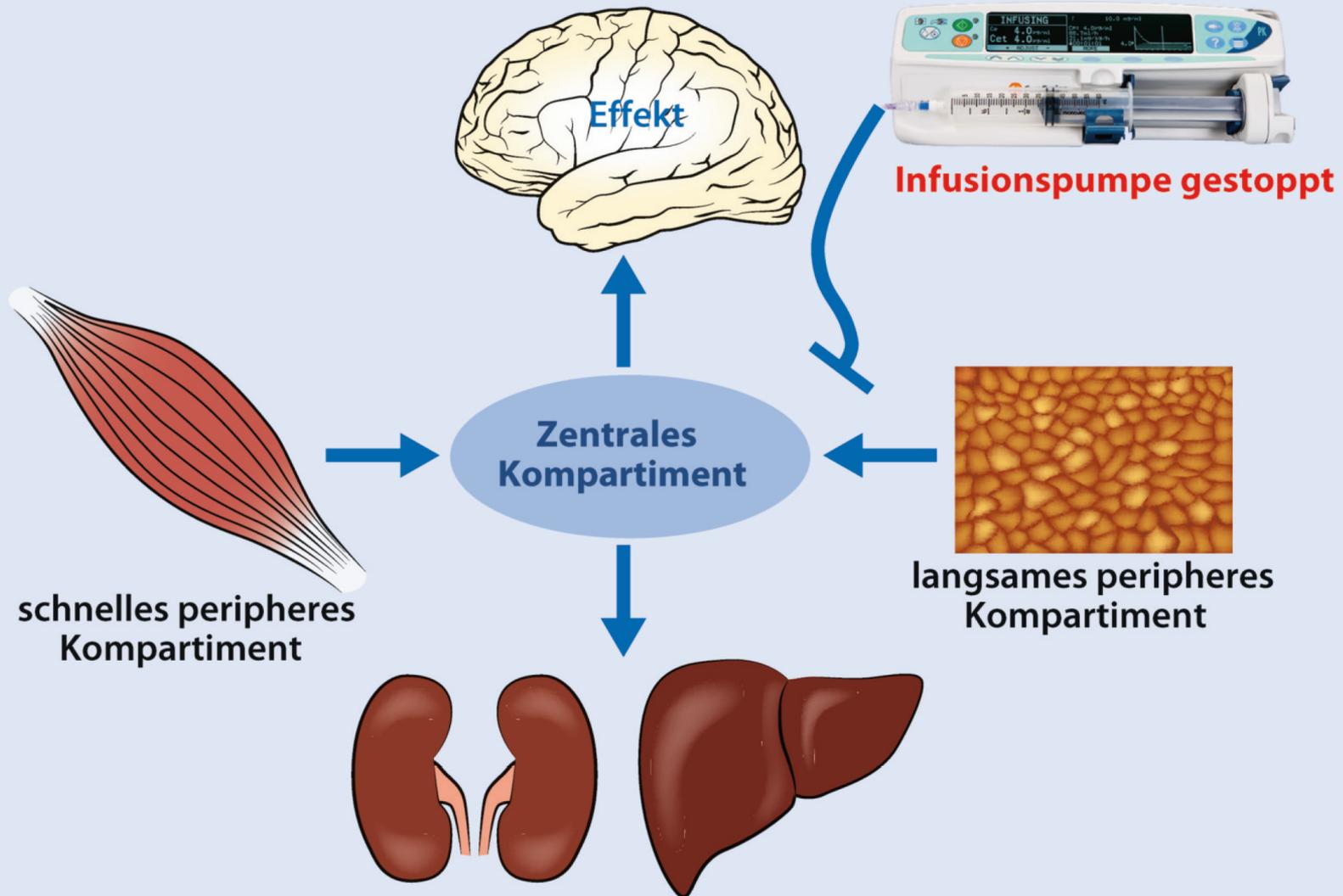


- Durch Umverteilung, Metabolisierung und Ausscheidung sinkt die Propofol-Plasmakonzentration ab.
- **Initialer Hauptmechanismus = Umverteilung!**

Kumulation mit zunehmender Infusionsdauer



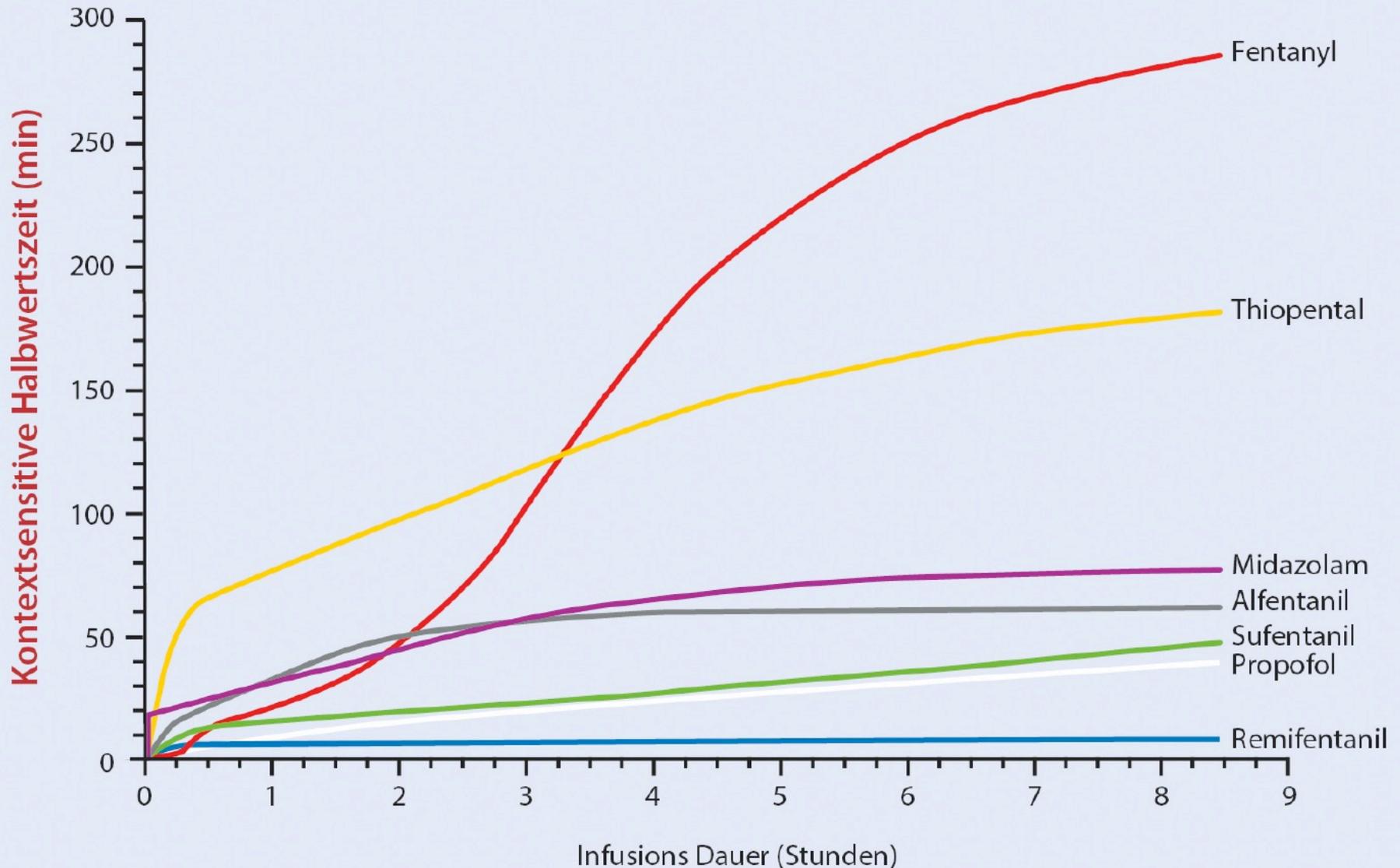
Kumulation mit zunehmender Infusionsdauer



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**

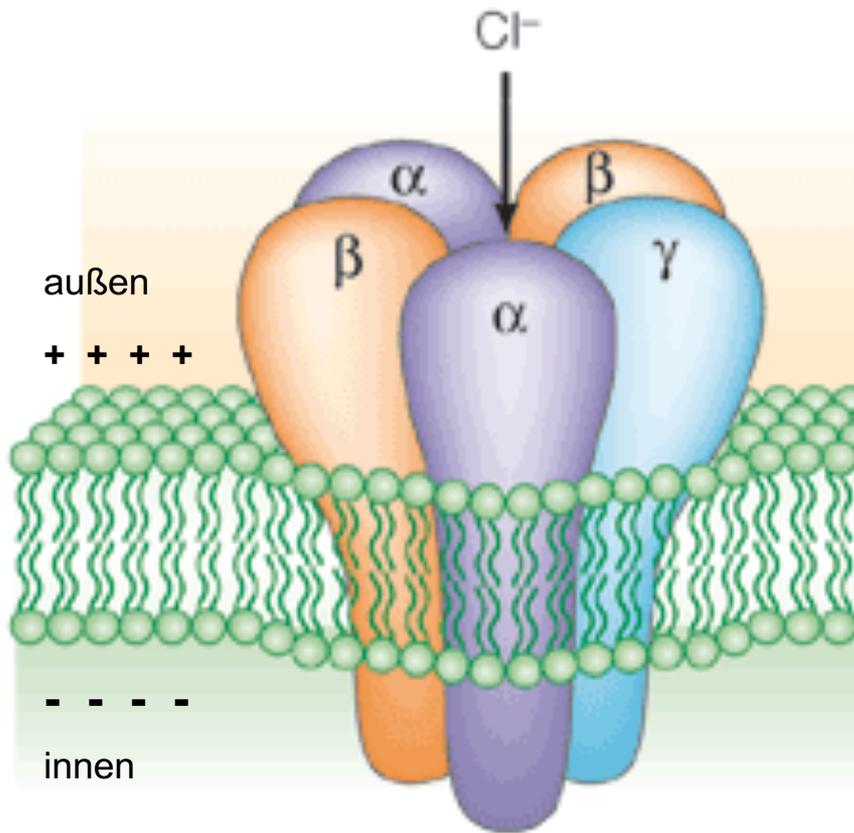
Kontext-sensitive Halbwertszeiten



Wirkung von Anästhetika

Wirkung von Anästhetika ...

... v.a. am γ -Aminobuttersäure-Rezeptor Typ A (GABA_A)



- GABA_A -Rezeptor = Chlorid-Kanal mit 5 Untereinheiten
- Diese Untereinheiten können wiederum aus verschiedenen Glykoproteinen bestehen (α_{1-6} , β_{1-3} , γ_{1-3} , δ , ϵ , φ , π).
- Die Aktivierung des Rezeptors erhöht die Chloridleitfähigkeit des Ionenkanals → Chlorid strömt ein → Hyperpolarisation → verminderte Erregbarkeit.

Opioide und Ketamin

Opioide

Opioide = Überbegriff

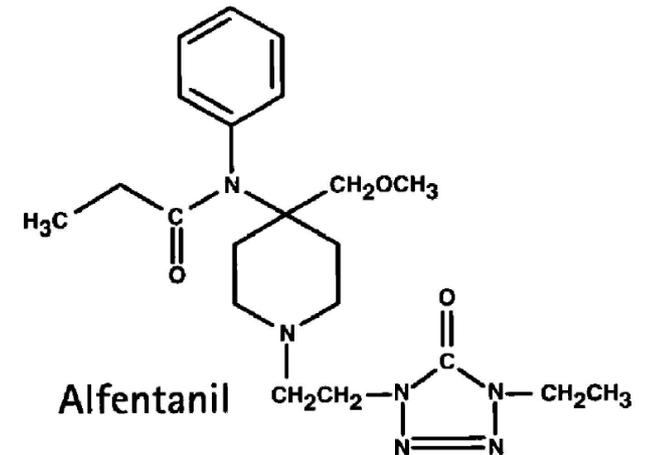
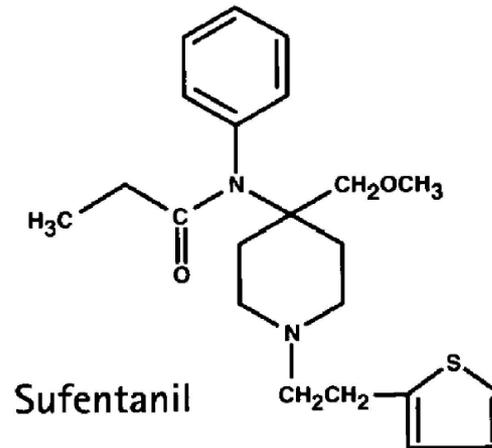
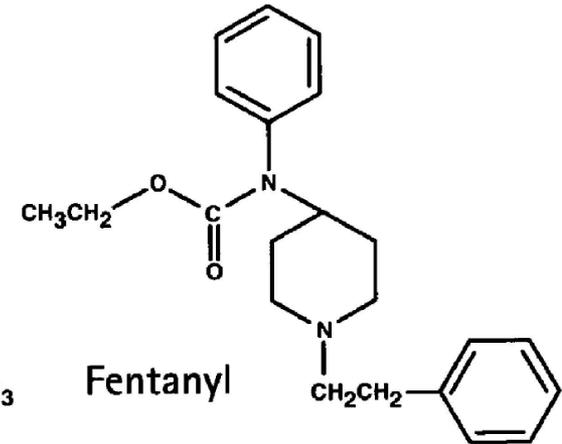
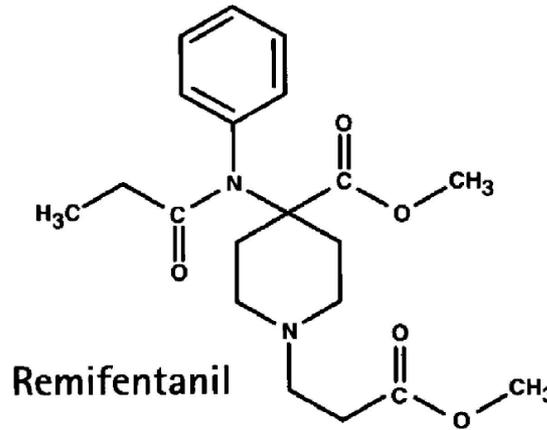
- Opioide im engeren Sinne = Substanzen, die am μ -Opioid-Rezeptor wirken wie Fentanyl
- Opiate = Morphin u. Verwandte (aus Opium)

Opioide wirken an Opioidrezeptoren:

- μ = Analgesie (Gehirn, Rückenmark), Sedierung, Atemdepression, Miosis, antitussiv, Juckreiz
- κ = Analgesie, Sedierung, Dysphorie
- δ = Magen-Darm-Lähmung, Verhaltensmodulation

Opioide zur Narkosezwecken

- Fentanyl
- Alfentanil
- Sufentanil
- Remifentanyl



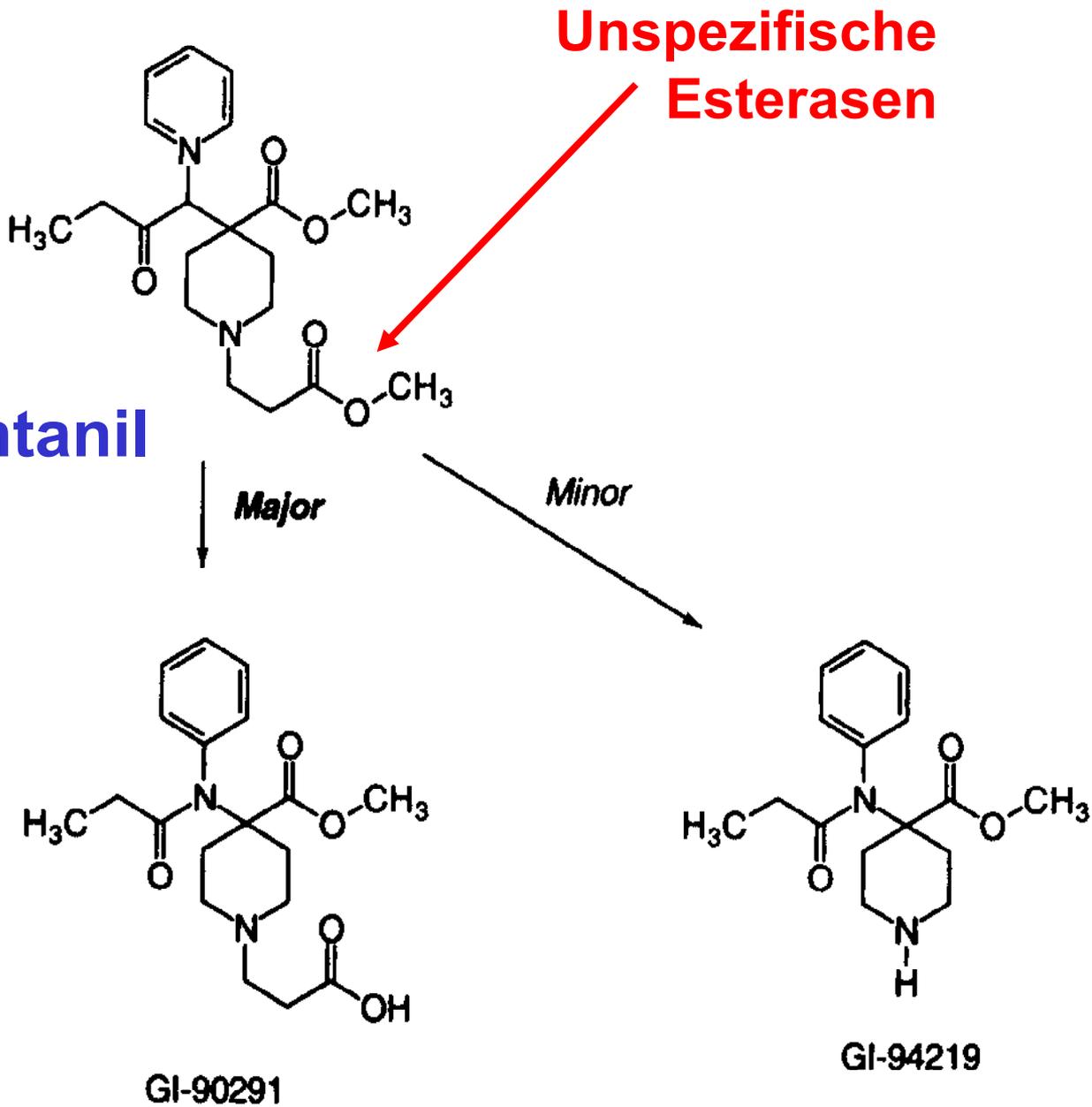
Fentanyl

- μ -Agonist, 1 ml = 0,05 mg (= 50 μ g)
- Anästhesieeinleitung: 2-4 μ 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 μ 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

- μ -Agonist, *Sufenta*[®] 50 $\mu\text{g/ml}$, *Sufenta mite*[®] 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 μg)
- 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



Remifentanyl

- μ -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 ($\text{kg} = \text{Körpergröße in cm} - 100$)

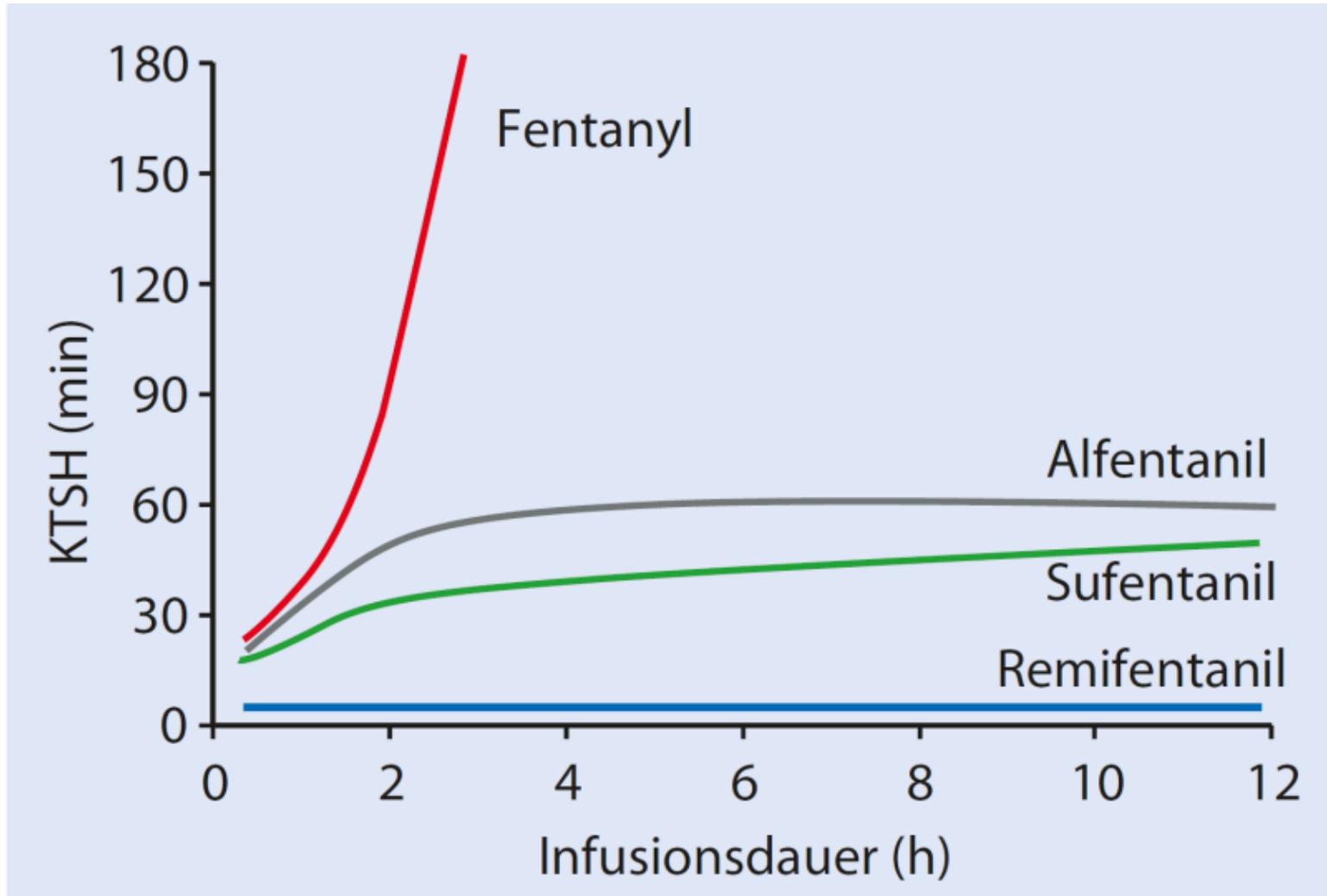
Remifentanyl

- 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

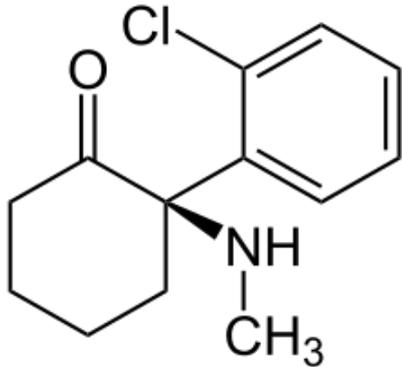
Kontext-sensitive HWZ (min)



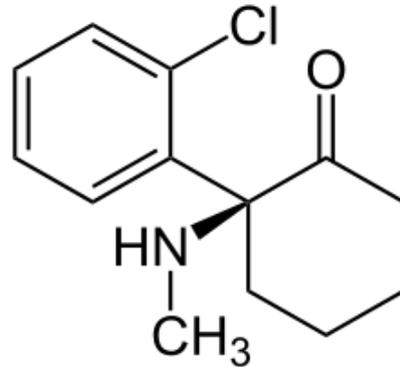
Naloxon

- 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[®])
- 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

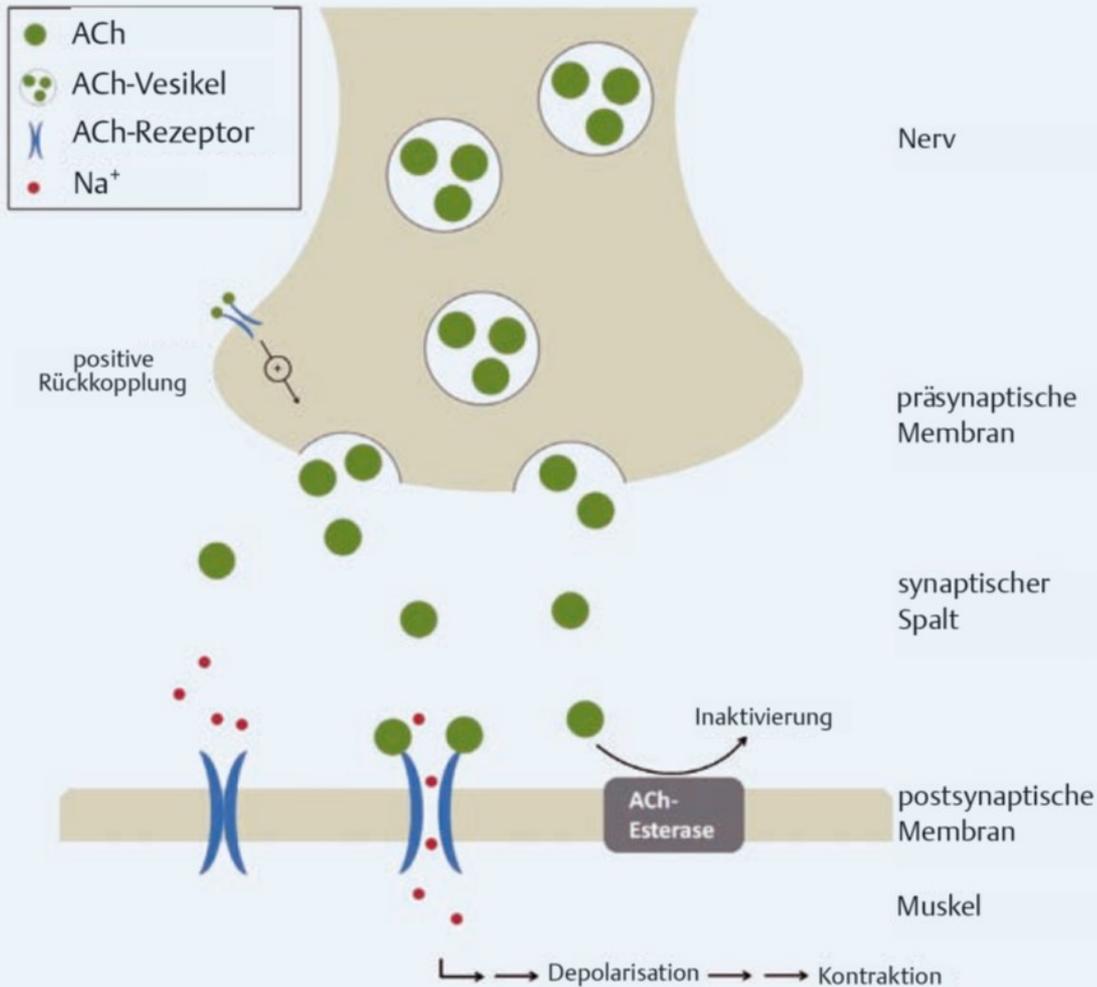
für Esketamin etwa halbe Dosis (x 0,5-0,7)

- **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



Erregung des Motoneurons

→ Ausschüttung von ACh

→ Stimulation der postsynaptischen ACh-Rezeptoren

→ u.a. Na^+ -Einstrom

→ Kontraktion der Skelettmuskelzelle

Muskelrelaxanzien: Wirkung

Es gibt 2 unterschiedliche Möglichkeiten zur Blockade der neuromuskulären Transmission

Nichtdepolarisationsblock:

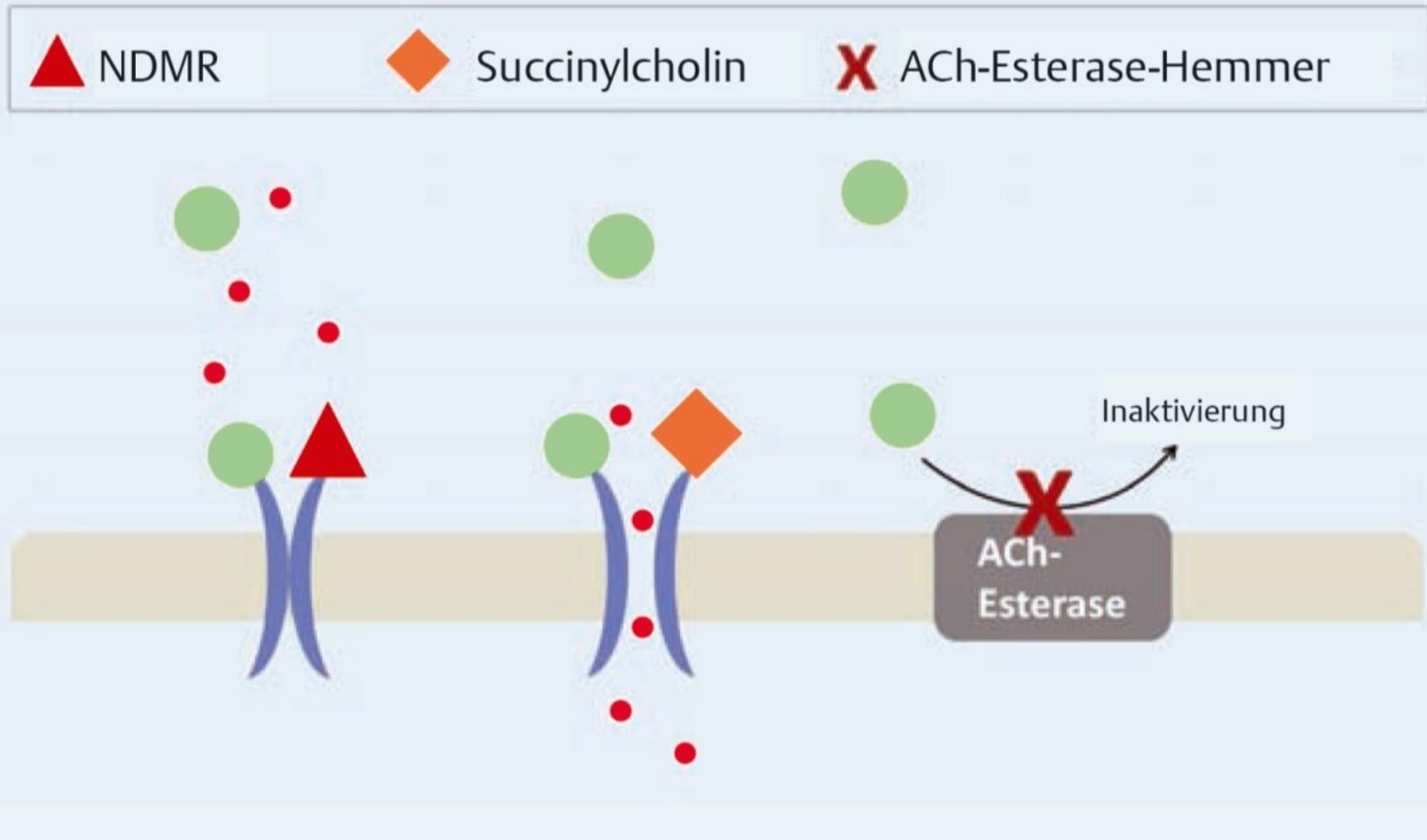
- Blockade der postsynaptischen ACh-Rezeptoren durch kompetitive ACh-Antagonisten
- Atrac, Cisatrac, Miva, Vec, Roc, Panc

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 ED₉₅ und die üblicherweise empfohlene „Intubationsdosis“ der in der ambulanten Anästhesie verwendbaren Muskelrelaxanzien. (Modifiziert nach [32])

Muskelrelaxans	ED ₉₅	2-mal ED ₉₅	„Intubationsdosis“
Nichtdepolarisierend			
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
Depolarisierend			
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

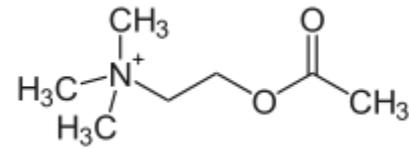
Cisatracurium (Nimbex[®])

- 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

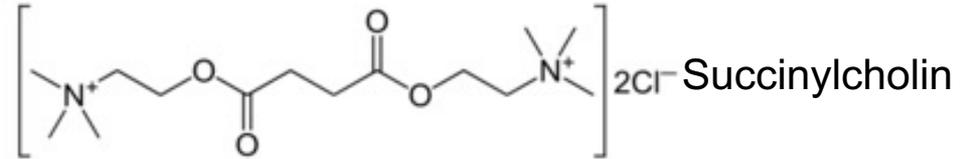
Mivacurium (Mivacron®)

- 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

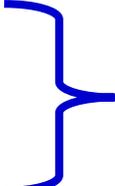


Acetylcholin



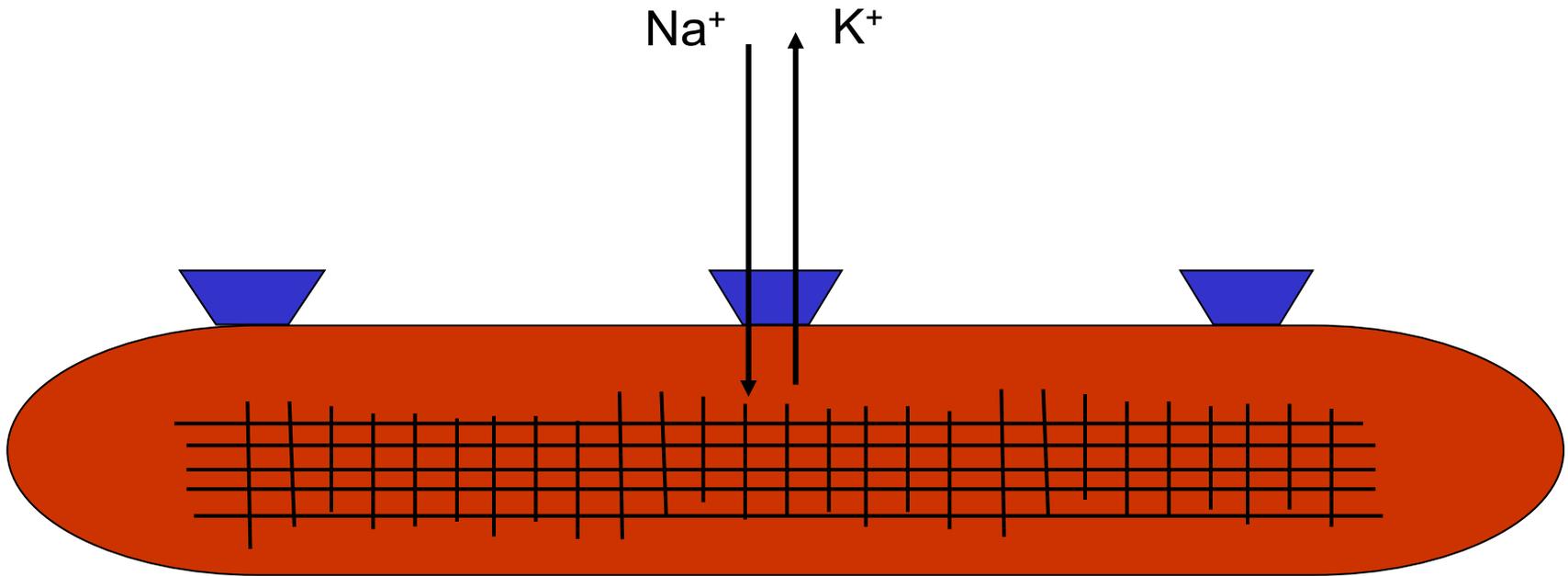
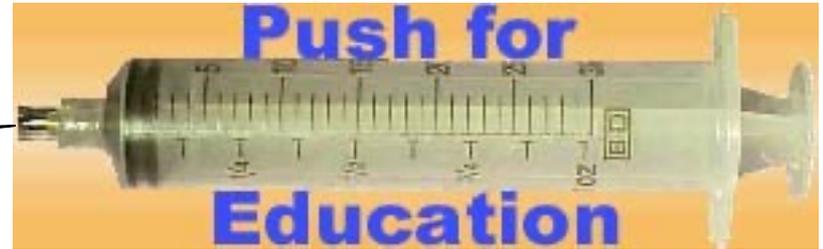
- Depolarisationsblock
- Muskelrelaxans mit dem schnellsten Wirkeintritt und der kürzesten Wirkdauer
- Dosis für Erwachsene: 1 – 1,5 mg/kg i.v.
- Wirkeintritt nach 30 – 60 s
- Wirkdauer etwa 8 – 12 min
- NW: Bradykardie (bei Bedarf 0,5 mg Atropin i.v.)
- Kontraindikationen beachten!

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

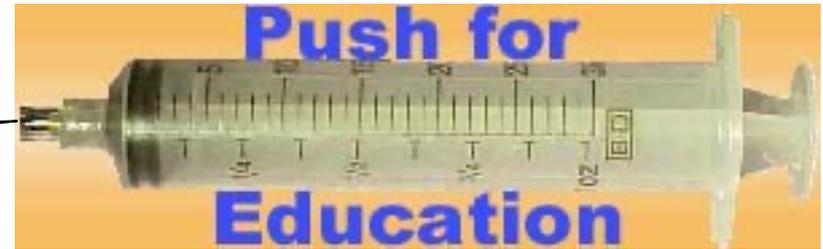
Succi und gesunder Patient

Succi



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

Succi

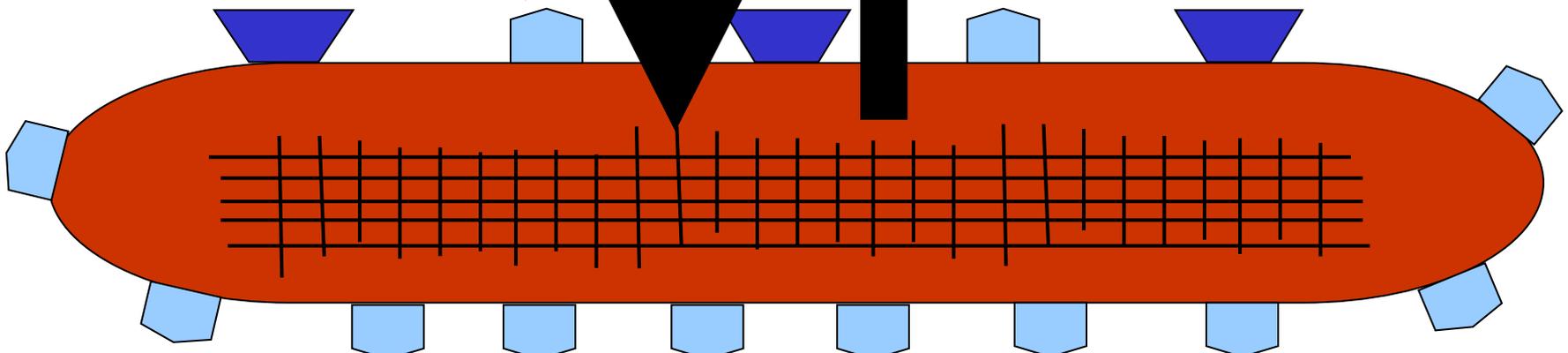


Bildung
zusätzlicher
motorische
Endplatten

Na^+

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.

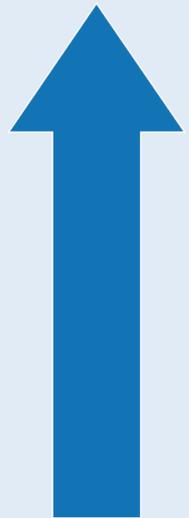
Dagegen muss die **routinemäßige Verwendung von Succinylcholin bei elektiven Eingriffen** bis auf wenige Ausnahmen als **kontraindiziert** angesehen werden, insbesondere auch bei elektiven Eingriffen im Kindesalter.“

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

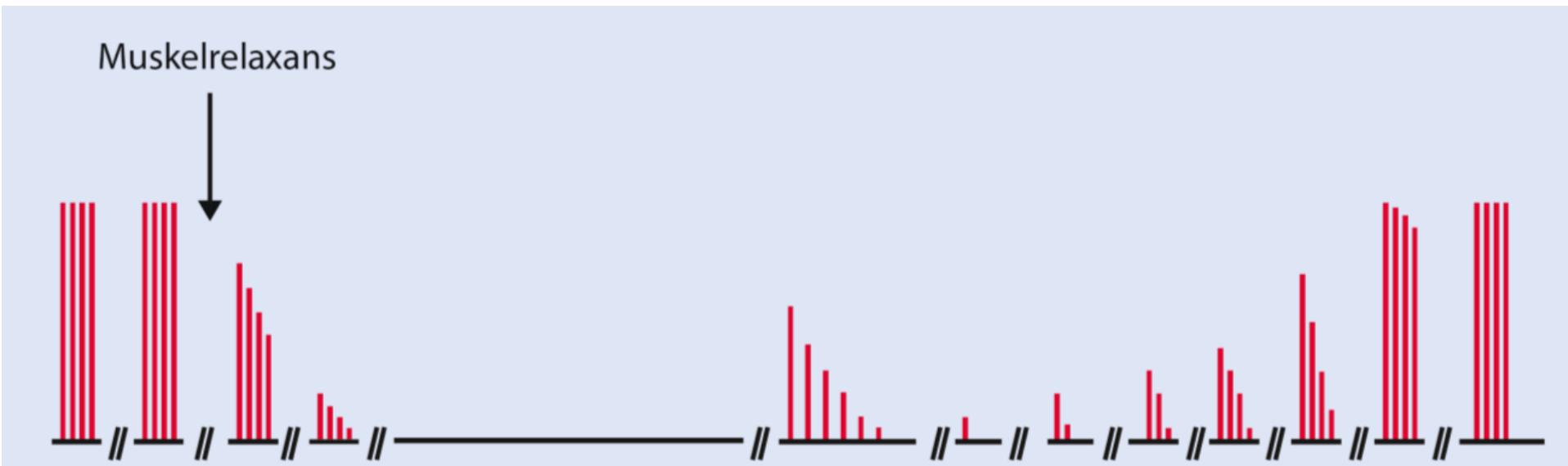


Neuromuskuläres Monitoring



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“

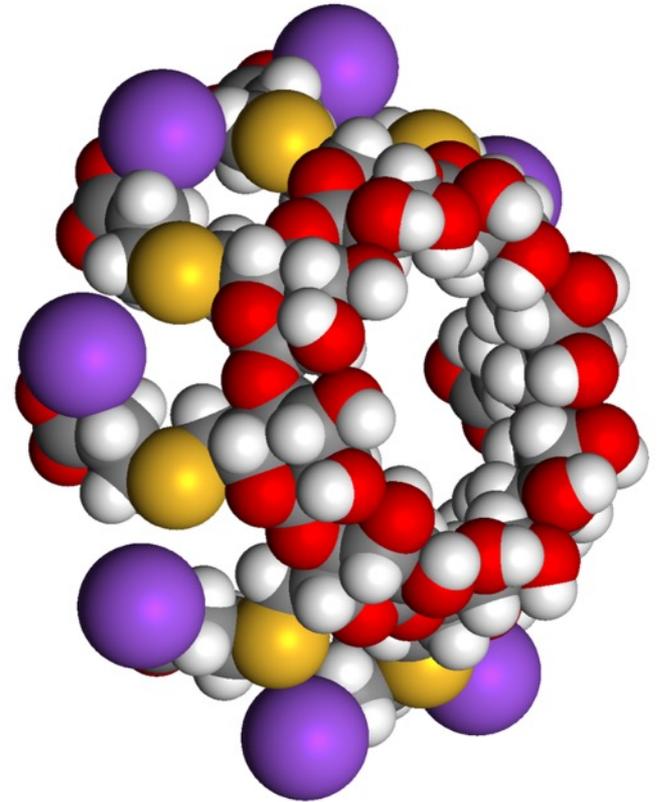
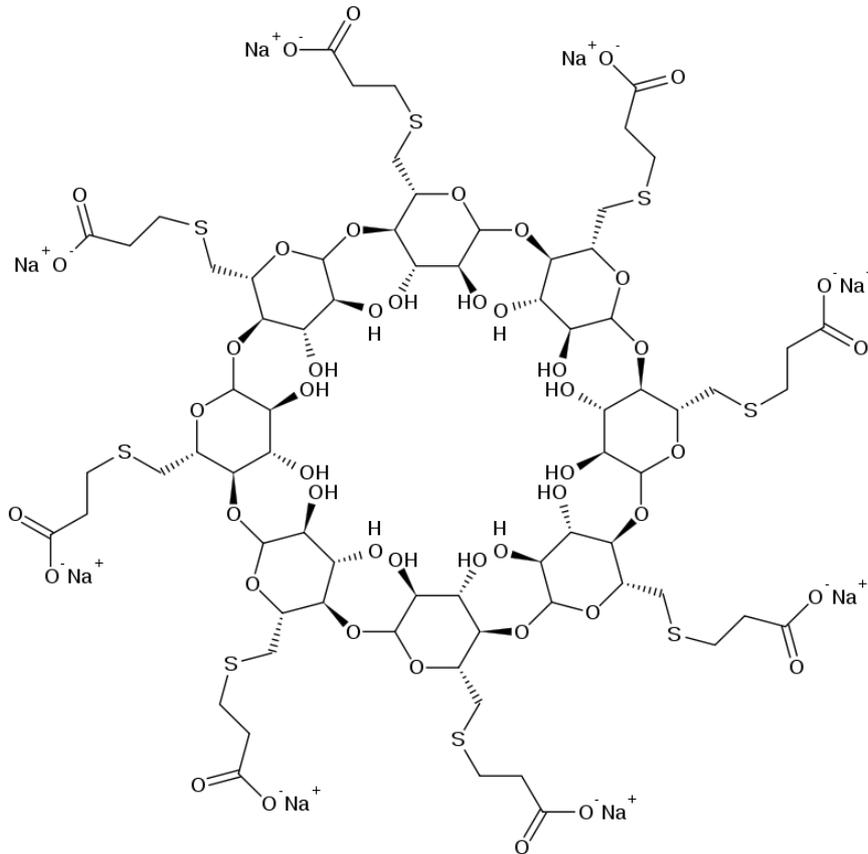


Abb. aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sugammadex>

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^{1,2,3*}, T. J. G. Pavy^{2,3}, L. K. Green³ and P. R. Platt⁴

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

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

⁴ 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 Tel. 02306 – 77 – 2801



Wolfram Wilhelm Hrsg.

Praxis der Anästhesiologie

konkret
kompakt
leitlinienorientiert

Springer



Wolfram Wilhelm - Samir G. Sakka Hrsg.

Praxis der Intensivmedizin

konkret, kompakt, interdisziplinär
3. Auflage

Springer



Lüner Anästhesie-
Intensivmedizin-
und
Schockraumsimulator

LINUS.