

Repetitorium Anästhesiologie

Teil 1

Priv.-Doz. Dr. Christine Meyer-Frießem

Dr. Mario Wachowiak

Prof. Dr. Wolfram Wilhelm, DEAA

Dr. Daniel Dreyer

Dr. Heike Havermann

Dr. Viktoria Holtstiege

Leona Domes

Christian Dörr



Kath. St. Paulus Gesellschaft

**Klinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin und
Schmerzmedizin**

Klinikum Lünen-Werne



Haftungsausschluss 1

1. Dieses Skript soll die Vorbereitung auf die Staatsexamensprüfung erleichtern, kann aber sicher kein Lehrbuch ersetzen, nicht zur Prüfungsvorbereitung und schon gar nicht zur konkreten Behandlung von Patienten!
2. Alle genannten Dosierungen beziehen sich primär auf erwachsene Patienten mittleren Gewichts ohne relevante Vorerkrankungen.
3. Es wurde darauf geachtet, alle Angaben zu Medikamenten, Methoden, Dosierungen, Applikationsformen, Indikationen, Nebenwirkungen, Kontraindikationen u.v.a.m. korrekt wiederzugeben. Dennoch können die Autorinnen und Autoren keine Gewähr dafür übernehmen! Jede Anwenderin und jeder Anwender muss diese Angaben individuell auf ihre Richtigkeit und Anwendbarkeit überprüfen. Die jeweils gültigen Fachinformationen der genannten Produkte sind zu berücksichtigen.

Haftungsausschluss 2

4. Handelsnamen sind nicht immer als solche gekennzeichnet.
5. Die vorliegende Präsentation hat bei der Erstellung viel Mühe und Zeit erfordert und ist das geistige Eigentum der Autorinnen und Autoren.
6. Die Weitergabe erfolgt in dem Verständnis, dass diese Präsentation ausschließlich zu privaten Fortbildungszwecken genutzt wird; eine Weitergabe an Dritte ist – auch in Teilen – nicht statthaft.
7. Die Abbildungen / Fotos wurden z.T. von den Autorinnen und Autoren erstellt oder aus dem Internet entnommen oder stammen aus anderen Quellen – diese sind in der Regel gekennzeichnet. Nichtkennzeichnung bedeutet aber nicht, dass die Abbildungen / Fotos frei verwendet werden können.

Teil 1 von 4

Vorbereitung
des Patienten

Leitlinien und Empfehlungen

Anaesthesiologie 2024 · 73:294–323

<https://doi.org/10.1007/s00101-024-01408-2>

Angenommen: 26. März 2024

Online publiziert: 3. Mai 2024

© The Author(s) 2024



Präoperative Evaluation erwachsener Patientinnen und Patienten vor elektiven, nicht herz-thoraxchirurgischen Eingriffen

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

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin¹ · Deutsche Gesellschaft für Chirurgie³ · Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin²

¹ Nürnberg, Deutschland; ² Wiesbaden, Deutschland; ³ Berlin, Deutschland

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 2024

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

Was ist wirklich
erforderlich



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

Vorbereitung des Patienten DGAI 2024

Tab. 13 Indikationen für präoperative Blutuntersuchungen (Minimalstandard)

Parameter	Organerkrankung			
	Herz/Lunge	Leber	Niere	Blut
Hämoglobin	+	+	+	+
Leukozyten	–	–	–	+
Thrombozyten	–	+	–	+
Natrium, Kalium	+	+	+	+
Kreatinin	+	+	+	+
ASAT; Bilirubin, aPTT und INR	–	+	–	–
<i>ASAT</i> Aspartat-Aminotransferase, <i>aPTT</i> aktivierte partielle Thromboplastinzeit, <i>INR</i> International Normalized Ratio				

Abschätzung des kardialen Risikos

Das kardiale Risiko ergibt sich durch:

- den Patienten (kardiale Risikofaktoren und körperliche Belastbarkeit)
- den Eingriff

Typische kardiale Risikobefunde sind:

- Koronare Herzkrankheit (Angina pectoris, Z.n. MI)
- Herzinsuffizienz
- Zerebrovaskuläre Insuffizienz (Z.n. TIA / Stroke)
- Diabetes mellitus (insulinpflichtig)
- Niereninsuffizienz (Kreatinin > 2 mg/dl)

Kardiales Risiko

■ **Tab. 1.1** Kardiales Risiko für Myokardinfarkt oder postoperativen Herztod bei verschiedenen Operationen.
(Mod. nach DGAI-Empfehlung 2017)

Hohes kardiales Risiko
(Letalität >5%)

- »Offene« bzw. »große« Gefäßchirurgie
 - Aortenchirurgie
 - Große periphere arterielle Gefäßchirurgie
 - Major-Amputationen an den Beinen
 - Thromboemboliektomie (meist als Notfalleingriff)
- »Große« Viszeralchirurgie und Urologie
 - Ösophaguschirurgie
 - Leberchirurgie inkl. Lebertransplantation
 - Whipple-OP und Modifikationen
 - Nebennieren-OP
 - Totale Zystektomie
 - OP bei Darmperforation
- Pneumonektomie und Lungentransplantation

Kardiales Risiko

■ **Tab. 1.1** Kardiales Risiko für Myokardinfarkt oder postoperativen Herztod bei verschiedenen Operationen.
(Mod. nach DGAI-Empfehlung 2017)

Mittleres kardiales Risiko (Letalität 1–5%)	Gefäßeingriffe - Endovaskuläre Aorteneingriffe (»EVAR«) - Karotis-Eingriff (OP, Stent) bei akuter neurologischer Symptomatik - Periphere arterielle Angioplastie Intraabdominelle Eingriffe (auch laparoskopisch), z. B. Cholezystektomie Intrathorakale Eingriffe (auch thorakoskopisch) Operationen im Kopf-Hals-Bereich inkl. Neurochirurgie Große orthopädische Eingriffe (Hüfte, Wirbelsäule) Große urologische und gynäkologische Eingriffe inkl. Nierentransplantation
Niedriges kardiales Risiko (Letalität <1%)	Karotis-Eingriff (OP, Stent) bei asymptomatischem Patienten Kleine HNO-Eingriffe inkl. Schilddrüsen-OP Kleine gynäkologische Eingriffe inkl. Mammachirurgie Kleine urologische Eingriffe, z. B. transurethrale Operationen Kleine orthopädische Eingriffe, z. B. Arthroskopie Plastisch-rekonstruktive Eingriffe Augen-OP inkl. Katarakt-OP Zahn-OP Oberflächliche Eingriffe

EVAR = Endovaskuläre Aneurysmaausschaltung (»endovascular aneurysm repair«)

Dauermedikation weitergeben?

Vorschlag zum praktischen Vorgehen



Weitergeben (unbedingt = !)

- !! β -Blocker, Statine, Nitrate, Antiparkinson, Clonidin
- Insulin dosisangepasst (Diab mell Typ 1!, Typ 3!)
- In der Regel weiter: Diuretika, Ca-Antagonisten, Anti-epileptika, Digitalis, Kortikoide, Hormone (z.B. L-Thyroxin)

ACE-Hemmer, AT-Rezeptorblocker:

- Bei Hypertonie absetzen
- Bei Herzinsuffizienz Einzelfallentscheidung

Psychopharmaka: Meist weitergeben

- Irreversible MAO-Hemmer (Tranylcypromin=Jatrosom) besser ab-/umsetzen
- Lithium bei mögl. Niereninsuff. 72 h vorher absetzen

Vorgehen bei Antidiabetika

Tab. 24 Empfehlungen zum perioperativen Umgang mit oralen Antidiabetika. (Adaptiert nach [117, 118])		
Medikamenten- gruppe	Risiken (Auswahl)	Medikamentenpause
Sulfonylharnstoffe und -analoge, 'Glinide'	Höchstes Hypoglykämie-Risiko, besonders bei geriatrischen PatientInnen, Polypharmazie, längeren Nüchternzeiten und Organdysfunktionen	Am Operationstag
Biguanide 'Metformin'	Laktatazidose	Am Operationstag: bei Operationen mit niedrigem oder mittlerem eingriffsbezogenen Risiko für Gewebshypoxie, Leber- oder Niereninsuffizienz. 48 h präoperativ bei Operationen mit hohem eingriffsbezogenen Risiko für Gewebshypoxie, Leber- oder Niereninsuffizienz
SGLT-2-Inhibitoren 'Gliflozine' *	Euglykämische Diabetische Ketoazidose (EDKA)	24 bis > 72 h präoperativ in Abhängigkeit vom Zustand der Patientin bzw. des Patienten und Operation
GLP-1-Analoga 'Glutide' **	Verzögerte Magenentleerung, Übelkeit, Erbrechen	Am Operationstag bei täglicher Einnahme. Eine Woche vor dem Operationstag bei wöchentlicher Einnahme
DPP4-Inhibitoren 'Gliptine'	–	Keine Pause
Alpha-Glucosidase- Hemmer 'Acarbose'	–	Am Operationstag
Thiazolidindione 'Insulinsensitizer' 'Glitazone'	Ödeme, kardiale Dekompensation	Keine Pause

Beispiele:

* Dapagliflozin = Forxiga

** Semaglutid = Ozempic, Wegovy

Medikamentöse Prämedikation

Vorschlag zum praktischen Vorgehen

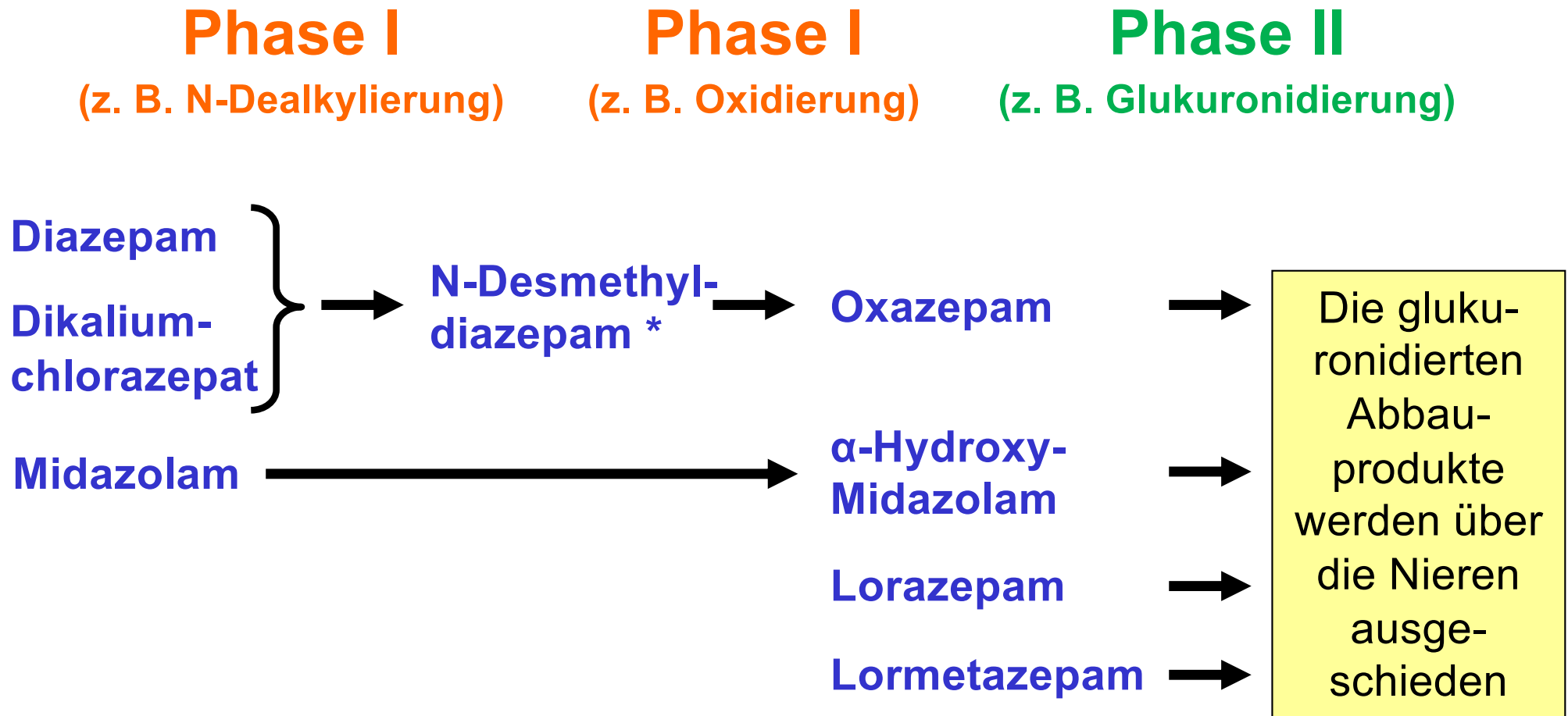


- In der Regel keine medikamentöse Prämedikation
- Wenn bereits Sedativa in der abendlichen Dauermedikation: In der Regel weitergeben, sonst nichts
- Keine Benzodiazepine bei geriatrischen Patienten, OSAS, Muskelerkrankung, gleichzeitig Opioiden u.a.

Wenn medikamentöse Prämedikation:

- In der Regel Benzodiazepine, z.B. Midazolam, Lorazepam
- Mögliche Indikation: Sehr starke Aufregung, Awareness in der Anamnese

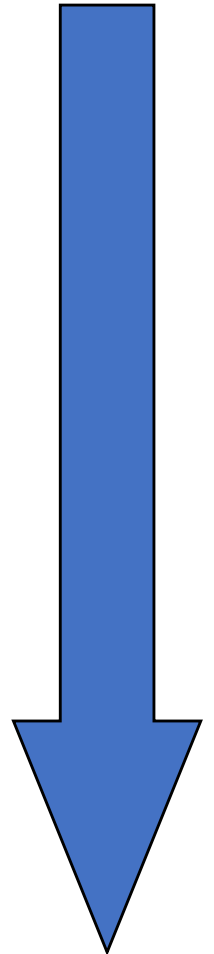
Benzodiazepin-Metabolismus



Körperliche Untersuchung !!!

Untersuchung
von kranial
nach kaudal

- Pupillen (wünschenswert)
- Atemweg (Maskenbeatmung? Intubation?)
- Auskultation von Herz und Lunge
- Herzfrequenz, Blutdruck
- psO_2 (wünschenswert)
- Punktionsorte (z. B. Regionalanästhesie, ZVK)
- Weitere Untersuchungen abhängig von Vorerkrankungen und Eingriff (z.B. Gelenkbeweglichkeit bei speziellen Lagerungen etc.)



ASA-Risikogruppen

ASA 1	normaler gesunder Patient
ASA 2	Leichte Allgemeinerkrankung ohne funktionelle Einschränkung , z.B. Raucher, gut eingestellter Diabetes mellitus / Hypertonus, leichte Lungenerkrankung
ASA 3	Schwere Allgemeinerkrankung mit funktioneller Einschränkung , z.B. BMI $\geq 40 \text{ kg/m}^2$, schlecht eingestellter Diabetes mellitus / Hypertonus, mäßige/schwere COPD, KHK/Myokardinfarkt >3 Mon, Schrittmacher, TIA/Stroke >3 Mon, chron. Niereninsuffizienz mit Dialyse
ASA 4	Schwere Allgemeinerkrankung mit ständiger Lebensbedrohung , z.B. Myokardinfarkt <3 Mon, TIA/Stroke <3 Mon, schweres Vitium, stark reduzierte EF, akutes Nierenversagen, Sepsis
ASA 5	Moribund, ohne Eingriff kein Überleben zu erwarten z.B. rupturiertes Aortenaneurysma, Polytrauma, ICB mit ICP-Erhöhung bzw. Mittellinienverschiebung, Darmischämie, MOF
ASA 6	„Hirntod“
E	Bei Notfalleingriff (Emergency)

ASA-Risikogruppen

Das perioperative Risiko steigt mit der ASA-Klassifizierung (in Relativzahlen):

ASA 1 mit Letalität = 1 (Referenzwert)

ASA 2 mit Letalität = 6

ASA 3 mit Letalität = 47

ASA 4 mit Letalität = 293

ASA 5 mit Letalität = 2.012

Hackett NJ et al (2015) ASA class is a reliable independent predictor of medical complications and mortality following surgery. Int J Surg 18:184–190

Vor der Anästhesieeinleitung



Im Zentral-OP

Foto: Dr. Daniel Dreyer

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

Unterschrift Anästhesist _____

Unterschrift Anästhesiepflege _____

Unterschrift Operateur _____

Unterschrift OP-Pflege _____

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

Name in Druckbuchstaben _____

Name in Druckbuchstaben _____

Name in Druckbuchstaben _____

Name in Druckbuchstaben _____

Sicherheits-Checkliste für Eingriffe im OP

Qualitätsbandbuch
- OP-Bereich -
OP-Management
- spezielle Prozeduren -



AKADEMISCHES LEHRKrankenhaus
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
ST-MARIEN-HOSPITAL LÜNEN

Patientenaufkleber
oder
Name und Geb.-Datum

Vor der Anästhesieeinleitung ...

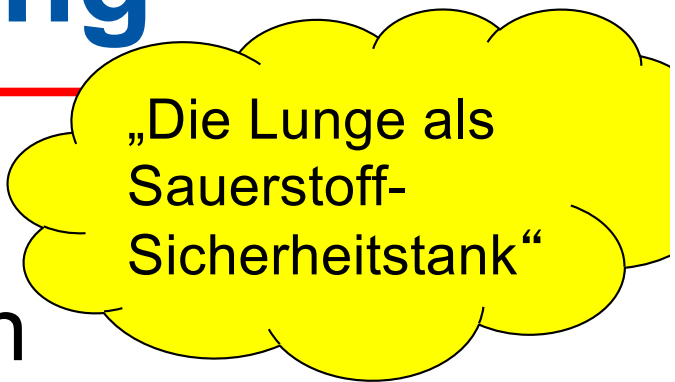
- Narkosegerät prüfen (PaF!)
- Identität des Patienten prüfen
- OP und OP-Seite prüfen
- „Aktenstudium“
- Präoxygenierung



Präoxygenierung

Foto: Dr. Daniel Dreyer

Präoxygenierung

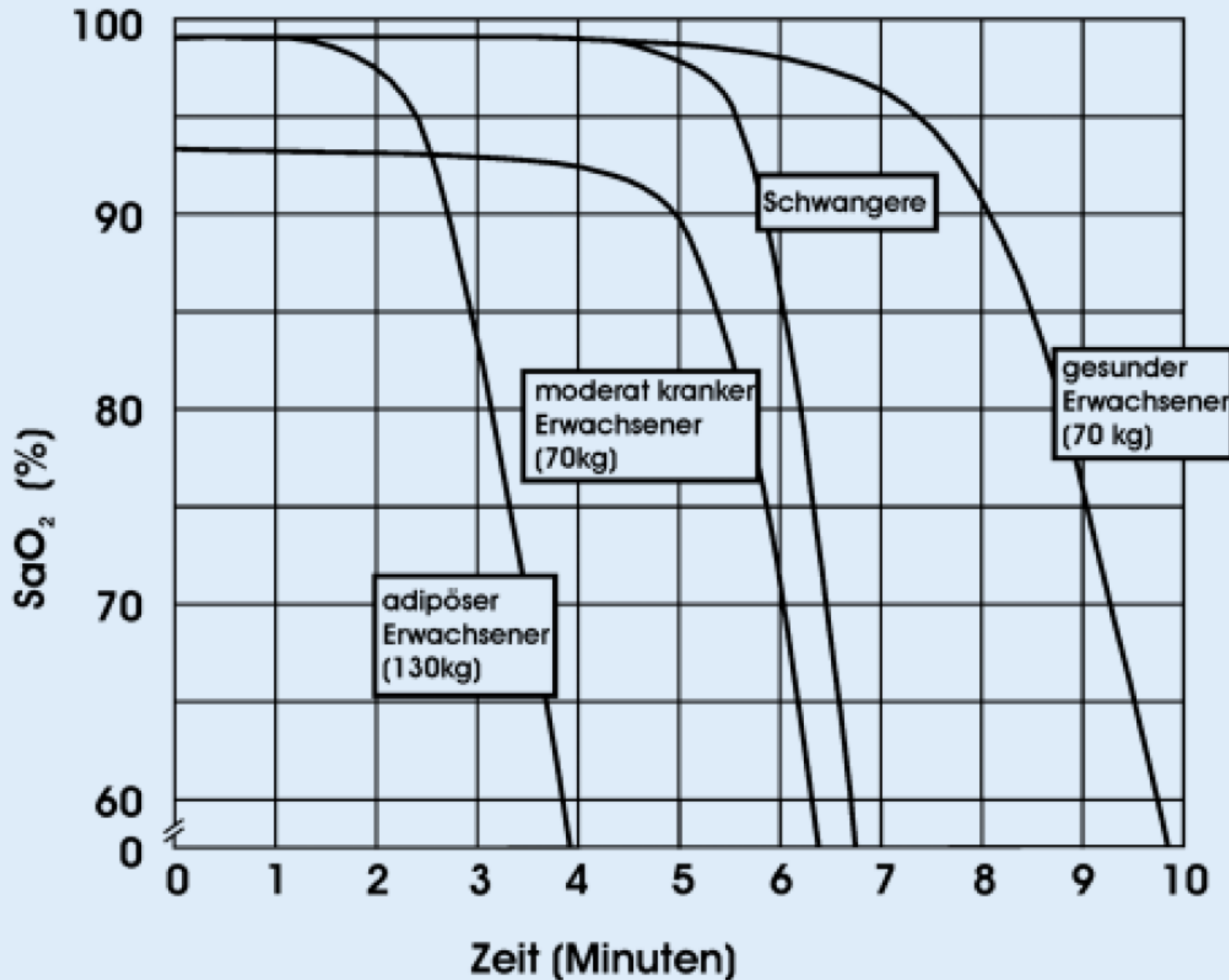


„Die Lunge als
Sauerstoff-
Sicherheitstank“

- Ziel: FRC mit reinem $\dot{O}_2$ füllen
- FRC = ca. 2,5 - 3 Liter
- O_2 -Verbrauch = ca. 4 ml/kgKG/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



Sauerstoff-
sättigung
nach
effektiver
Präoxyge-
nierung

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**

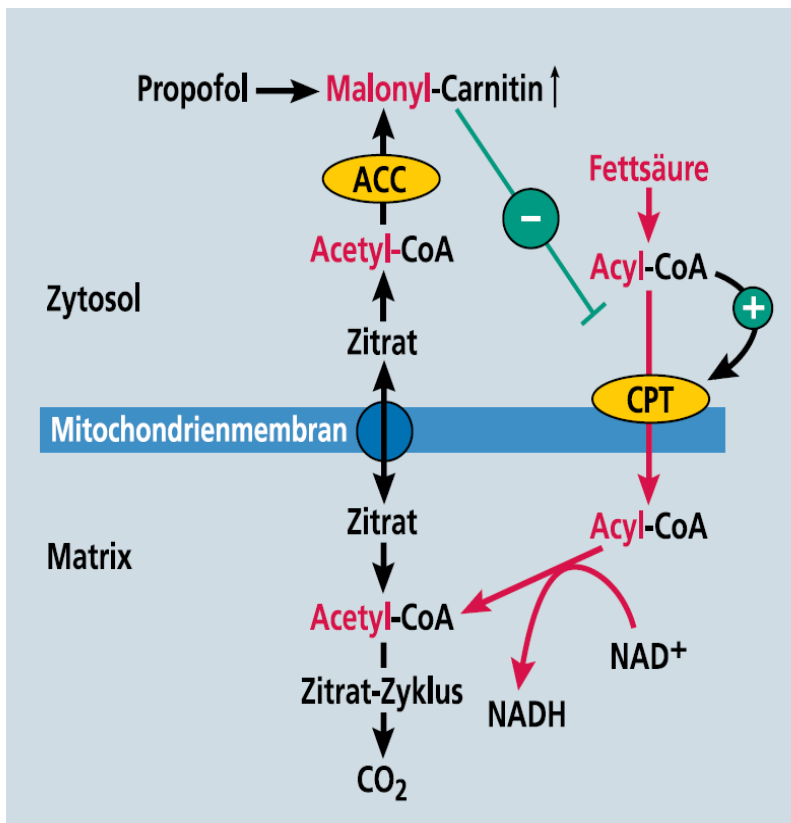
Propofol

- 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_2 -Verbrauch ($CMRO_2$) und intrakraniellen Druck (ICP)
- antiemetisch wirksam
- gilt als sicher zur Anästhesieeinleitung bei Porphyrrie

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. Porphyrrie kontraindiziert
- pH-Wert >10: bei Fehlinjektion → Gewebesnekrose

Dosierung zur i.v.-Narkoseeinleitung

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

Crashkurs Klinische Pharmakologie

Crashkurs Pharmakologie am Beispiel Propofol

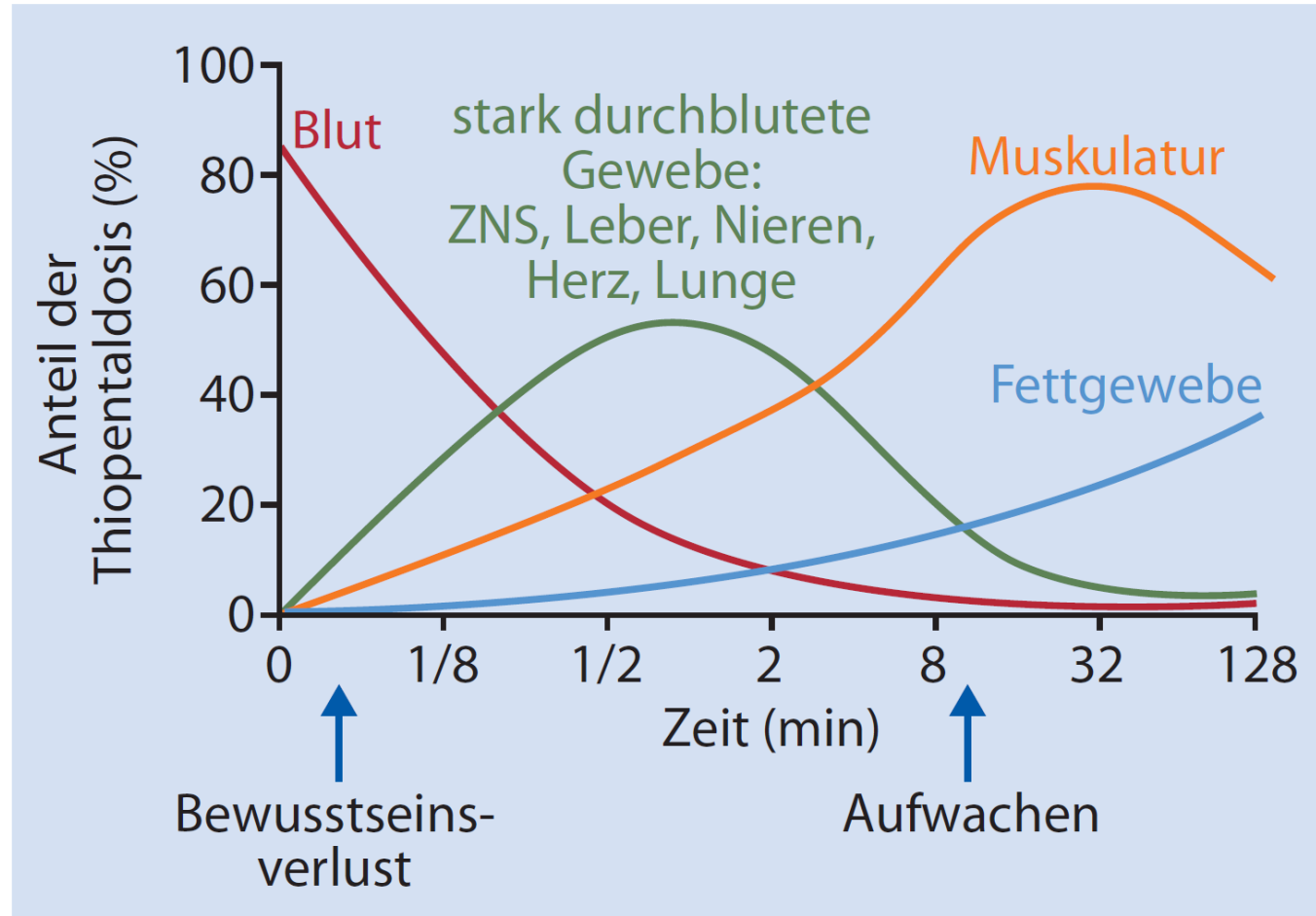
Nach der Injektion ...

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

Gleichzeitig mit der Injektion ...

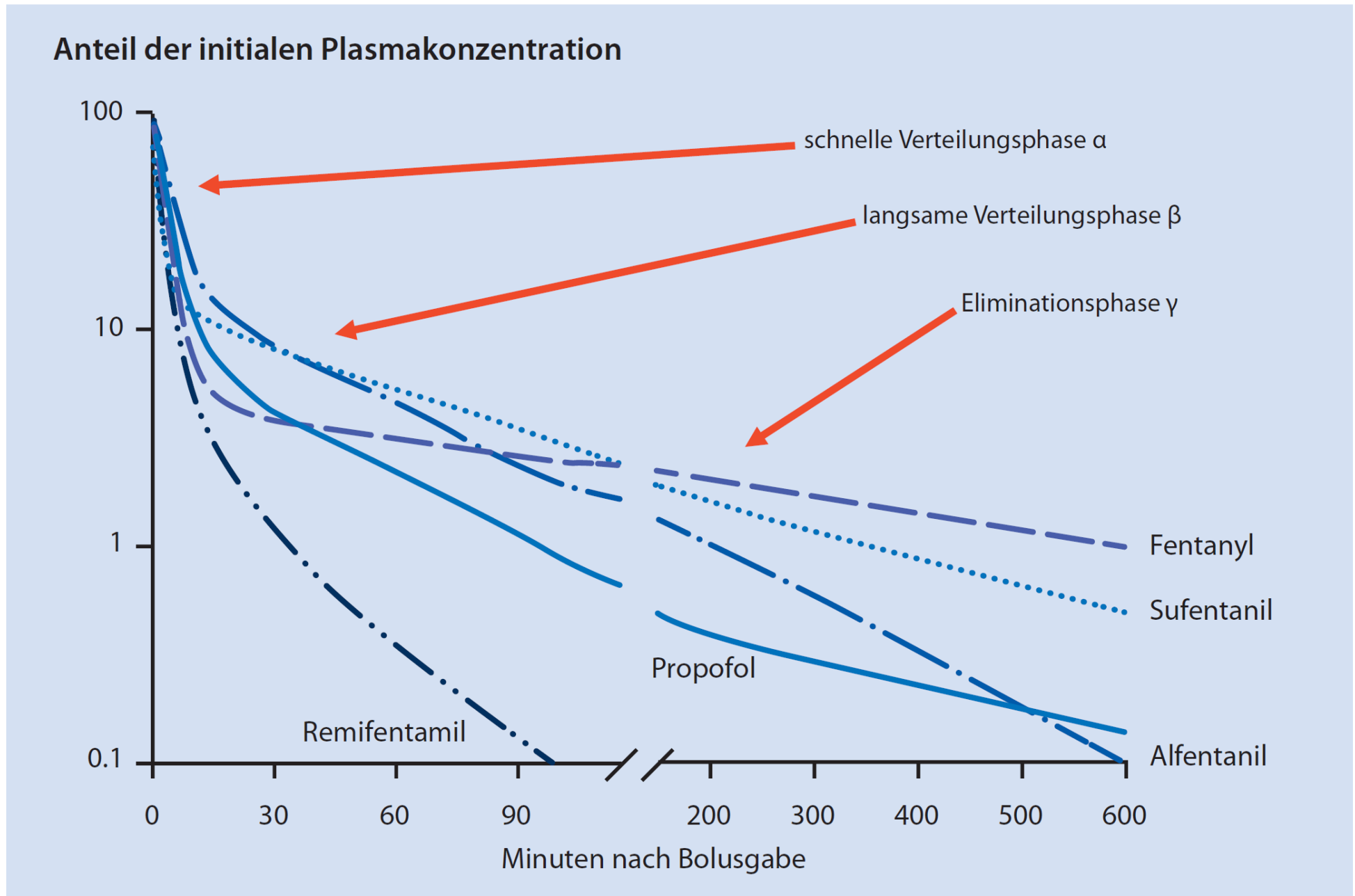
- ... wird Propofol aus dem Blut an die verschiedenen Gewebe ($\approx$ Kompartimente) abgegeben = **Umverteilung**.
- ... wird Propofol v.a. in der Leber metabolisiert und v.a. über die Niere ausgeschieden = **Elimination**.

Crashkurs Pharmakologie: Umverteilung

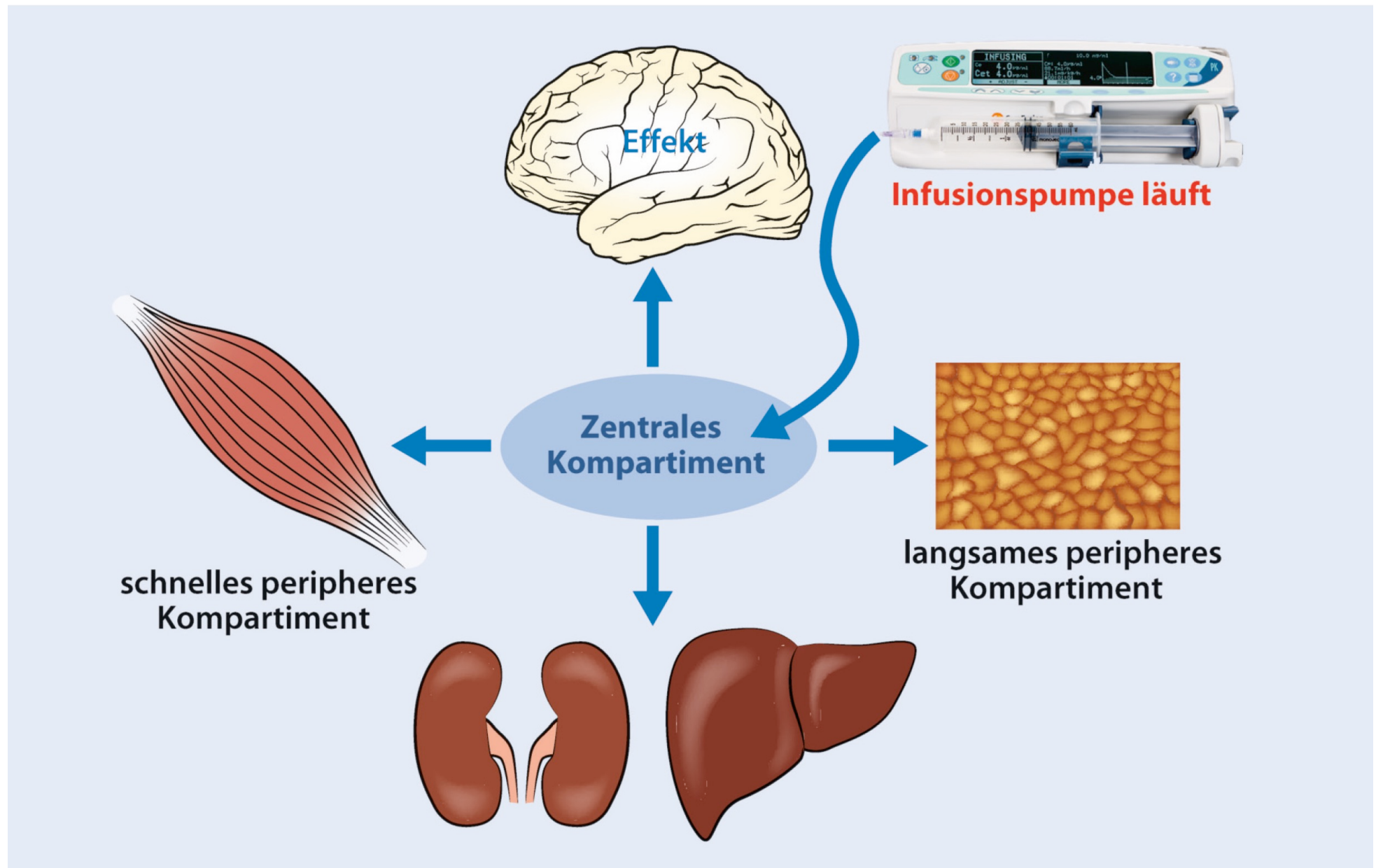


- Durch Umverteilung, Metabolisierung und Ausscheidung sinkt die Propofol-Plasmakonzentration ab.
- **Initialer Hauptmechanismus = Umverteilung!**

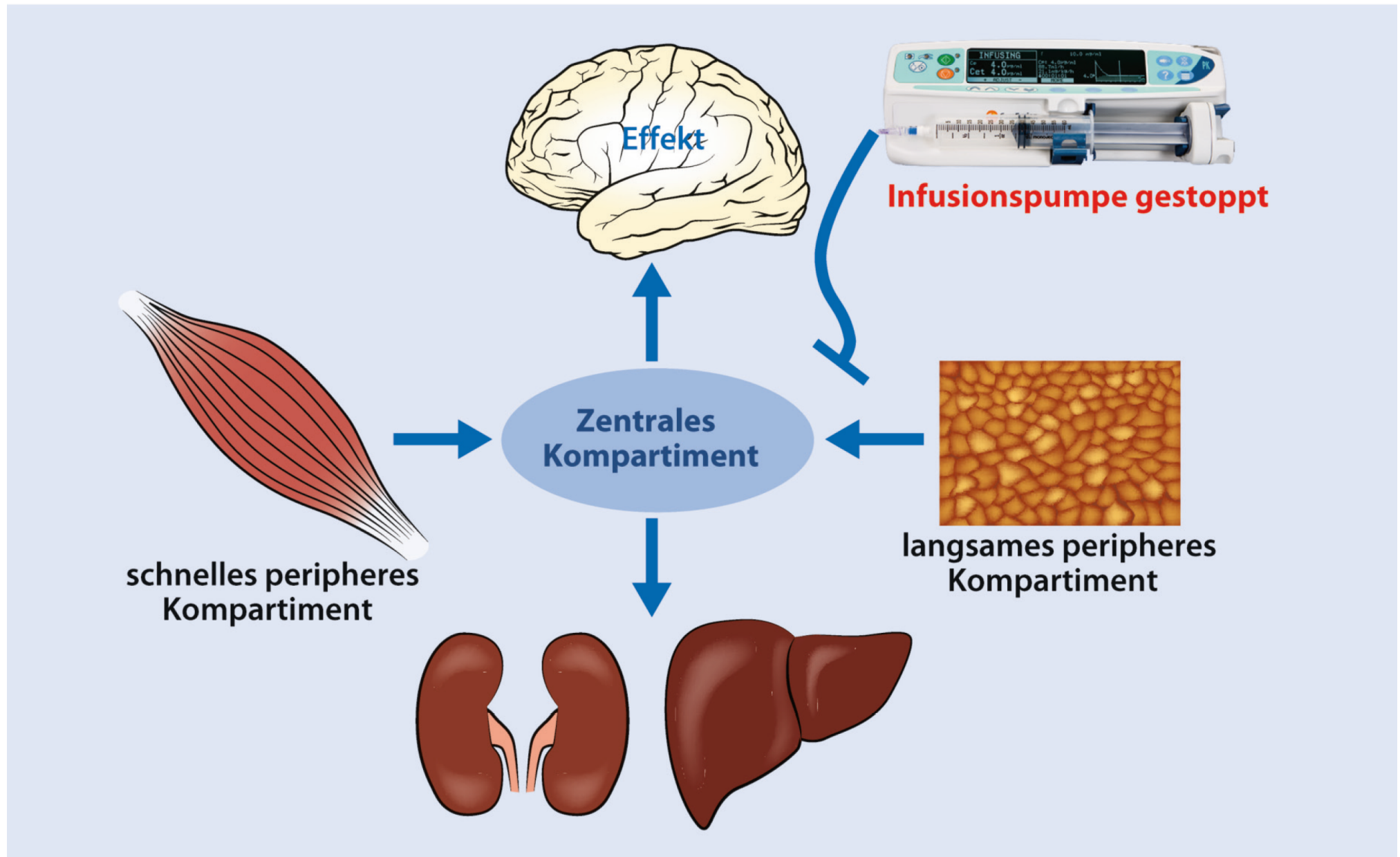
Crashkurs Pharmakologie: Verschiedene HWZ



Kumulation mit zunehmender Infusionsdauer



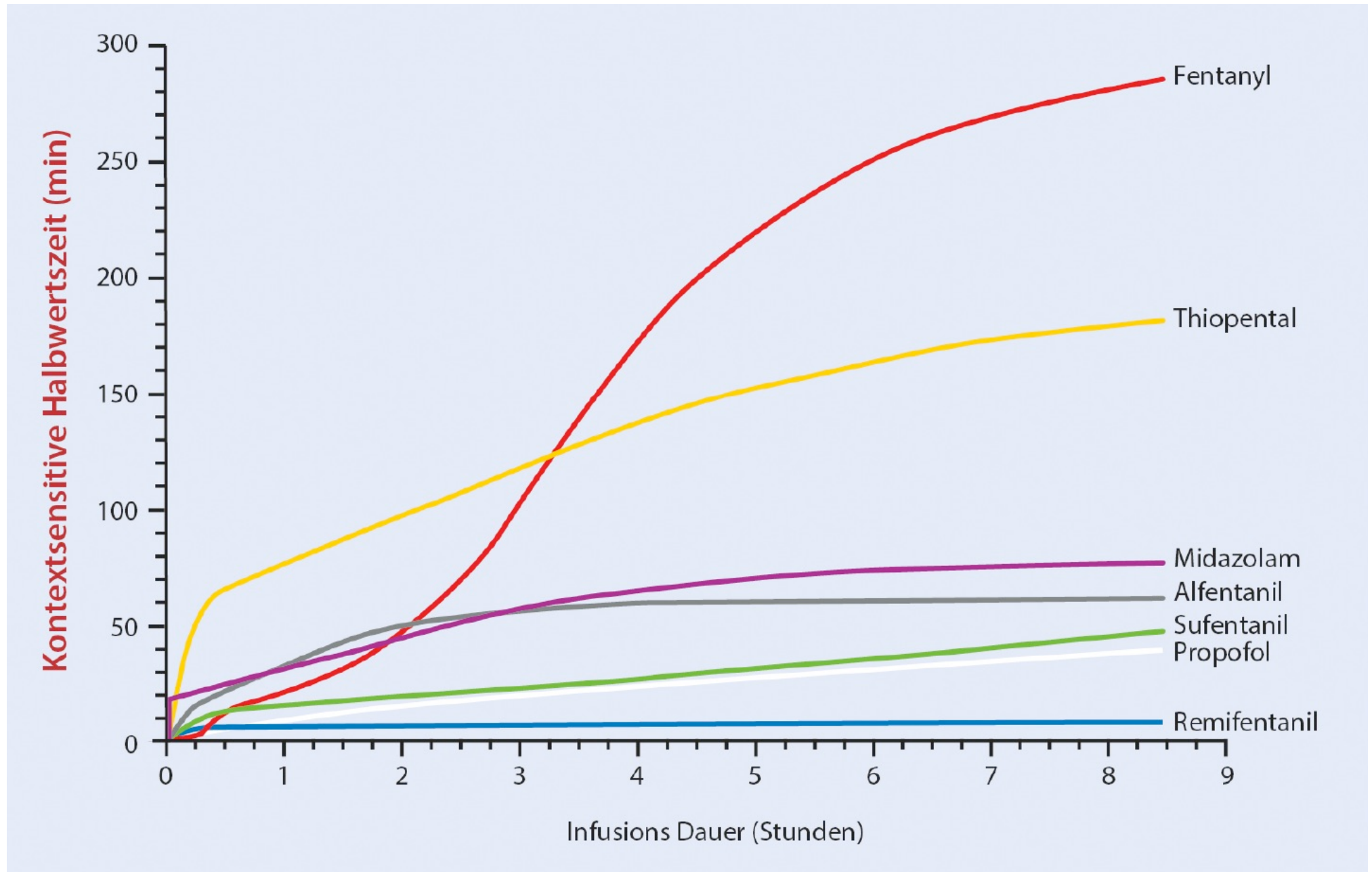
Kumulation mit zunehmender Infusionsdauer



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**

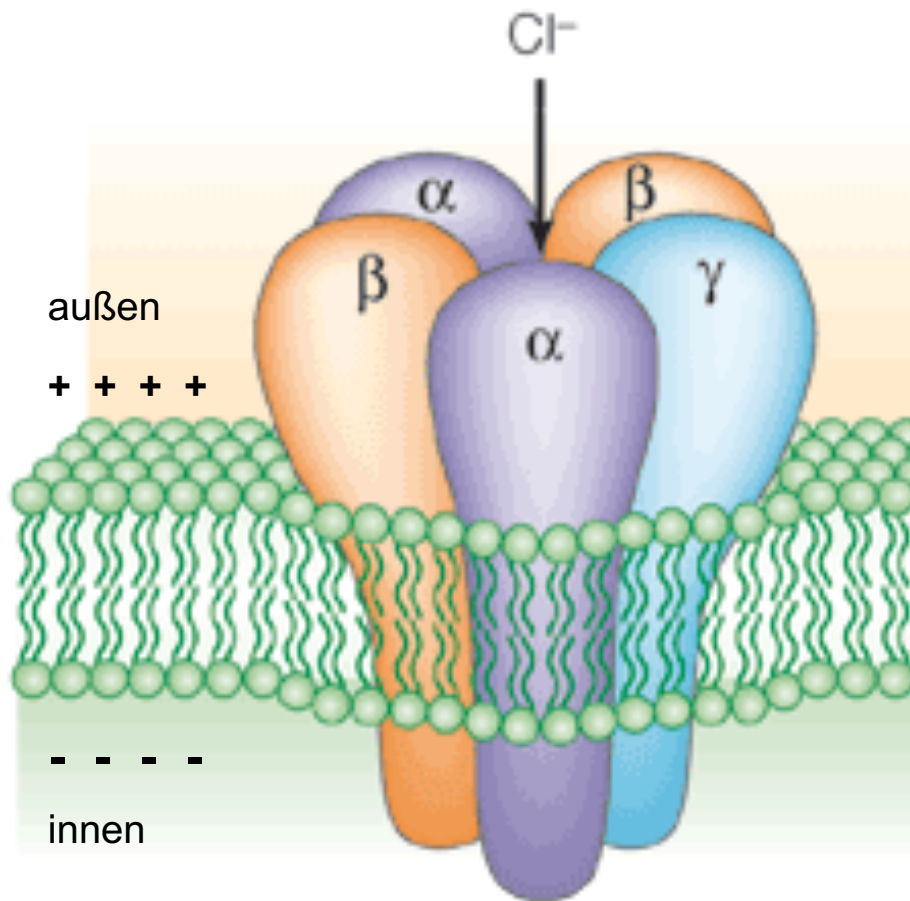
Kontext-sensitive Halbwertszeiten



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
- 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

Nebenwirkungen der Opioide I

- Sedierung
- **Atemdepression:** Hohe Dichte von μ - und δ -Opioidrezeptoren in Medulla oblongata → dosisabhängig zentrale Atemdepression, klinisch: $AF \downarrow V_T \uparrow$
- Fehlende Stimulation oder Hypnotika / Sedativa verstärken atemdepressive Wirkung der Opioide
- **Thoraxrigidität**, v.a. Muskulatur von Thorax und Abdomen → erheblich erschwerte Maskenbeatmung bei Narkoseeinleitung
- Besonders ausgeprägt: Große Menge Opioid rasch injiziert, v.a. bei Alfentanil und Remifentanil
- Maßnahme: Narkose vertiefen, ggf. relaxieren!

Nebenwirkungen der Opioide II

- **Miosis:** Stimulation des parasympathischen Edinger-Westphal-Kerns
- **Bradykardie:** Stimulation des N. dorsalis N vagi, außerdem Reduktion körpereigene Katecholamine
- **Übelkeit & Erbrechen:** Stimulation von μ - und δ -Rezeptoren in Area postrema der Medulla oblongata
- **Pruritus:** v.a. intrathekaler / epiduraler Gabe, selten nach parenteraler Anwendung → 5–10 mg Nalbu-phin (partieller μ -Antagonist & κ -Agonist), oder 1-3 mg Granisetron oder 4–8 mg Ondansetron i.v.
- Toleranzentwicklung, Abhängigkeit, (Hyperalgesie?)

Opioide zu Narkosezwecken

- Fentanyl
- Alfentanil
- Sufentanil
- Remifentanyl

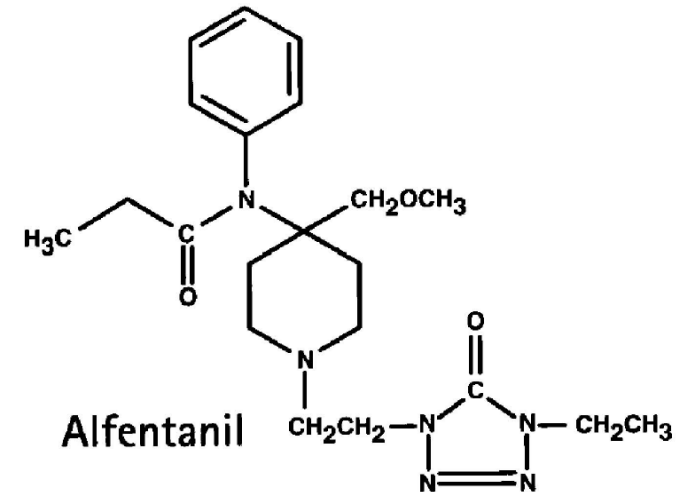
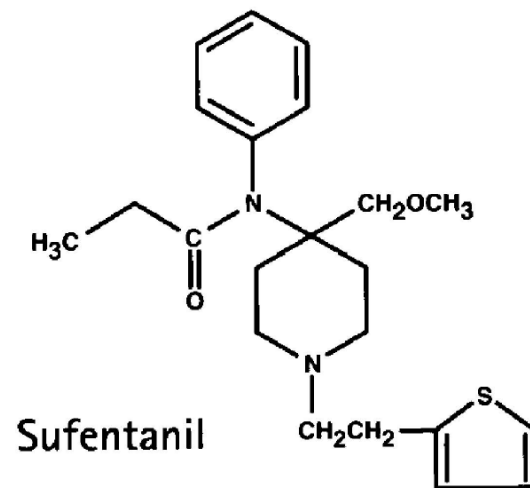
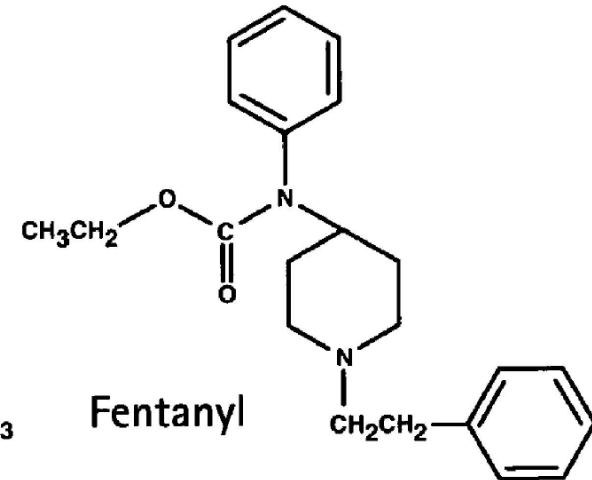
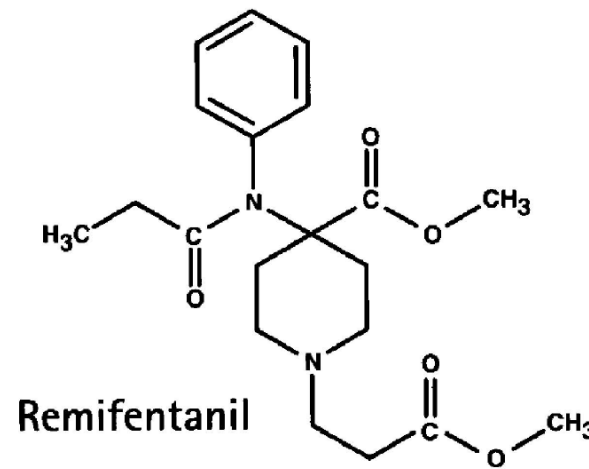


Abb. aus: Wilhelm W et al. Remifentanyl. Anaesthesist 2003; 52: 473–494. Mod. nach Egan TD. Remifentanyl pharmacokinetics and pharmacodynamics... Clin Pharmacokinet 1995; 29:80–94

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

Fentanyl

Fentanyl-Analgesie bei Spontanatmung

- **Erwachsene 0,025-0,05 mg-weise titrierend**
- **Kinder 0,25 µg/kg titrierend**
- NW: Atemdepression → Pulsoxymetrie und möglichst auch Kapnometrie!
- beim alten geschwächten Patienten können schon 0,025 mg (0,5 ml) zum Atemstillstand führen, andererseits können kräftige junge Patienten bei starken Schmerzen 0,2 (-0,3) mg Fentanyl benötigen, um bei erhaltener Spontanatmung schmerzfrei zu sein.
- Daher: Immer titrieren, engmaschige Überwachung und Beatmungs- & Intubationsbereitschaft!

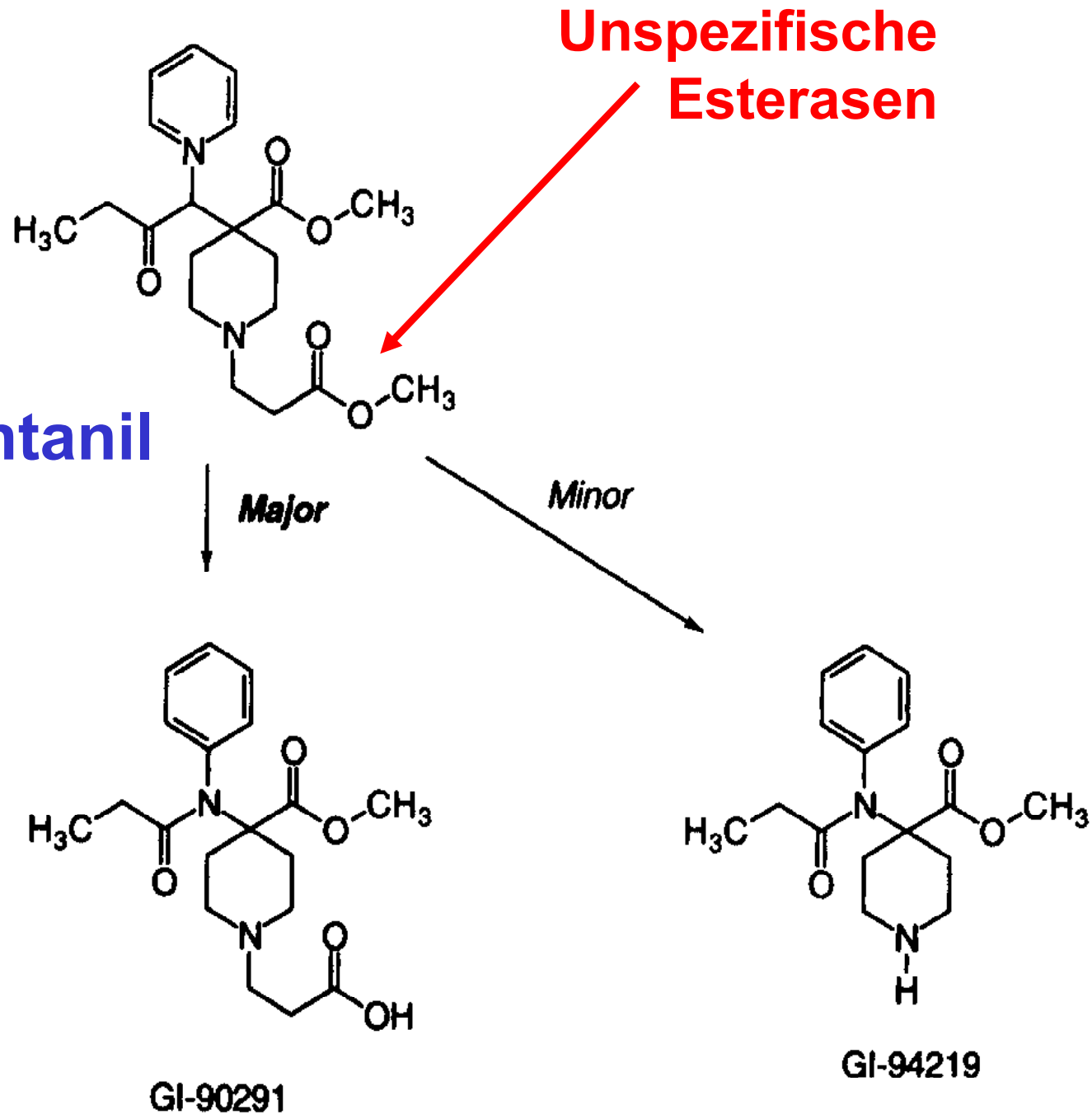
Sufentanil

- 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)

Alfentanil

- μ -Agonist, 1 ml = 0,5 mg
- Wirkbeginn nach 0,5–1 min, Wirkmaximum 1–2 min
- Wirkdauer etwa 10–15 min
- Dosis zur Anästhesieeinleitung 10–25 $\mu\text{g/kg}$ (bei Erwachsenen mittl. Alters und Gewichts 0,5–2 mg)
- Repetitionsbolus 10–15 $\mu\text{g/kg}$
- Intraop. Dauerinfusion 15–45 $\mu\text{g/kg/h}$, nach 3 h Infusion etwa 30–45 min vor Extubation beenden
- Stärker kreislaufdepressiv als Fentanyl / Sufentanil
- Wirkende nach Bolusgabe: Umverteilung, außerdem Metabolisierung in der Leber (v.a. CYP3A4)

Remifentanyl



Remifentanyl

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

Remifentanil

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

Kontext-sensitive HWZ (min)

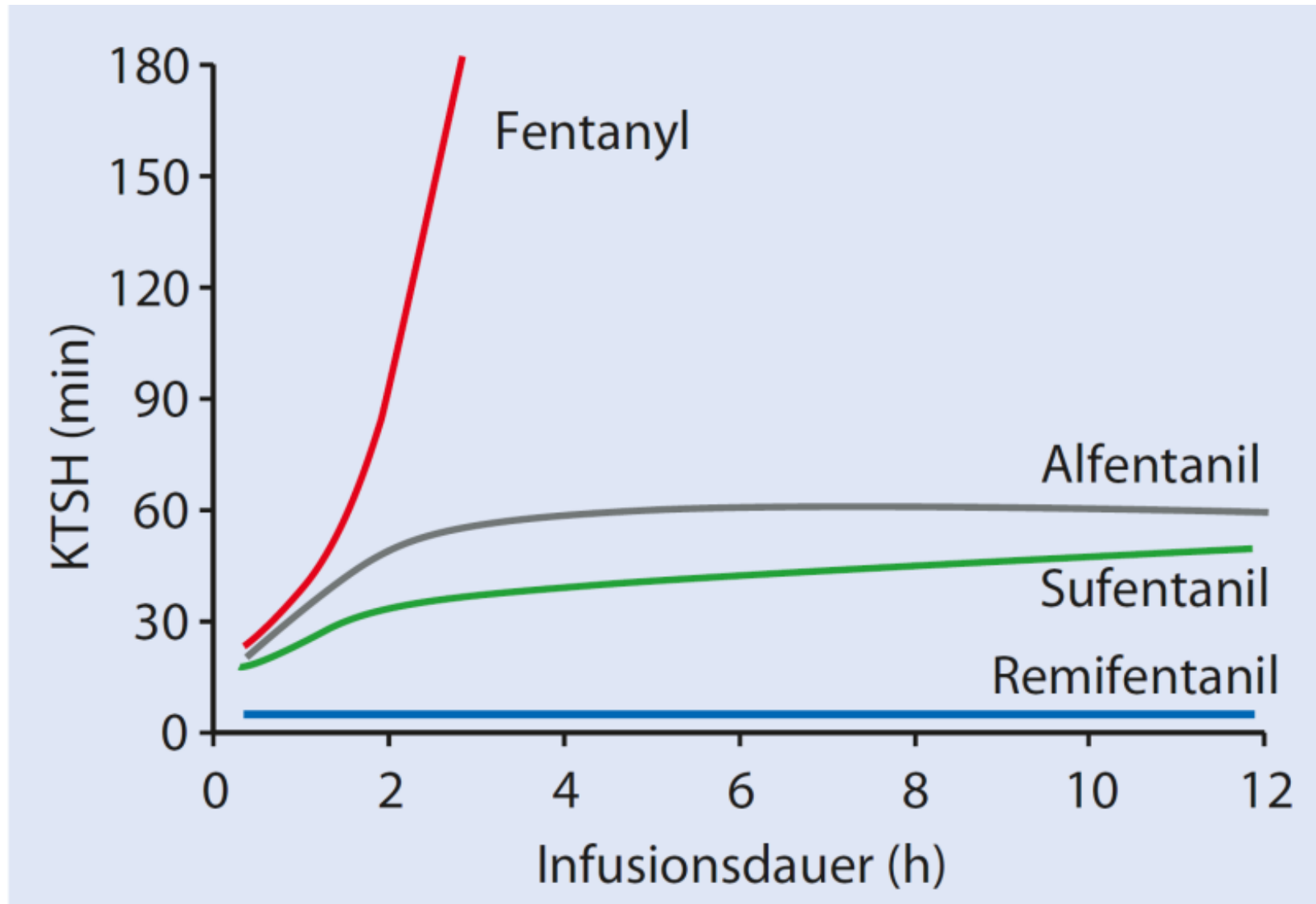


Abb. aus Hering W, Ihmsen H: Opioide. In Wilhelm W (Hrsg) „Praxis der Anästhesiologie“, 1. Aufl. Springer 2018.
Basierend auf Egan TD et al, Anesthesiology 1993;79:881; Westmoreland CL et al, Anesthesiology 1993;79:893

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
- Wirkungbeginn 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 (AWR!)
- Cave: Akute Entzugerscheinungen mit RR ↑↑ und HF ↑↑ bis zum Lungenödem

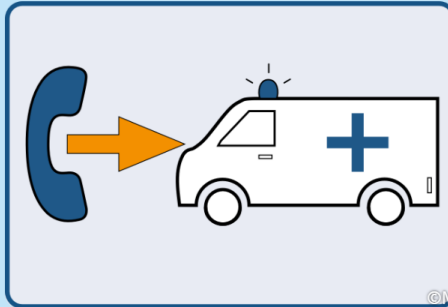
Naloxon intranasal (Nyxoid®)



Bildausschnitt aus: <https://www.jes-bundesverband.de/medien/drogenkurier-141/>

Naloxon intranasal

1 Rufe den Rettungsdienst



©MUNDIPHARMA

Rufe immer den Rettungsdienst, auch wenn die Person wieder aufwacht.

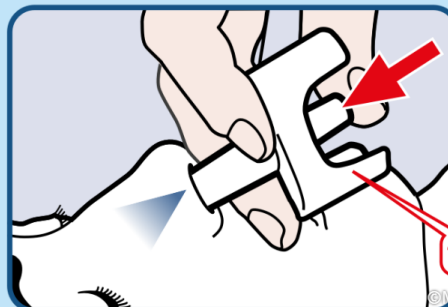
2 Person auf den Rücken legen



©MUNDIPHARMA

Lege die Person auf den Rücken. Stütze den Nacken ab und beuge den Kopf leicht nach hinten. Entferne alles, was die Nase der Person blockiert.

3 Gebe 1 Nyxoid® Spray



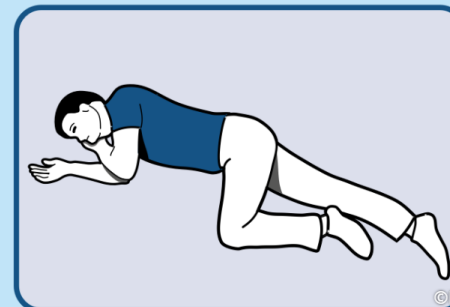
Drücken

KLICK

©MUNDIPHARMA

Führe die Sprühdüse vorsichtig in ein Nasenloch ein. Drücke kräftig auf den Kolben, bis es klickt und die Dosis freigegeben wird. Entferne anschließend die Düse aus dem Nasenloch. Notiere dir, falls möglich, in welches Nasenloch du gesprüht hast.

4 In die stabile Seitenlage bringen

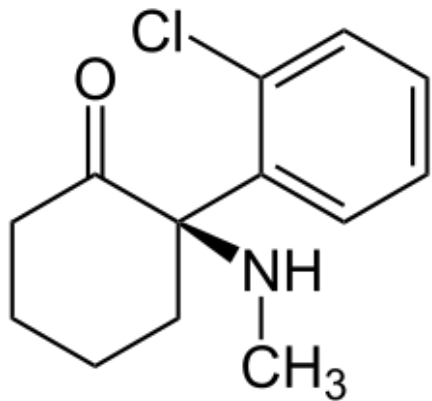


©MUNDIPHARMA

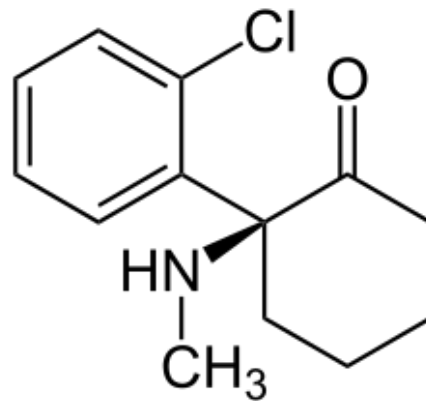
Endposition: Die Hand stützt den Kopf. Das oben liegende Bein ist an Hüfte und Knie gebeugt.

Gabe ggf.
nach 2-3 min
in anderes
Nasenloch
wiederholen

Ketamin (i.v.-Anästhetikum)



R(-)-Ketamin



**S(+)-Ketamin =
Esketamin**

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

- 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 Esketamin

(für Ketaminrazemat etwa die doppelte Dosis verwenden)

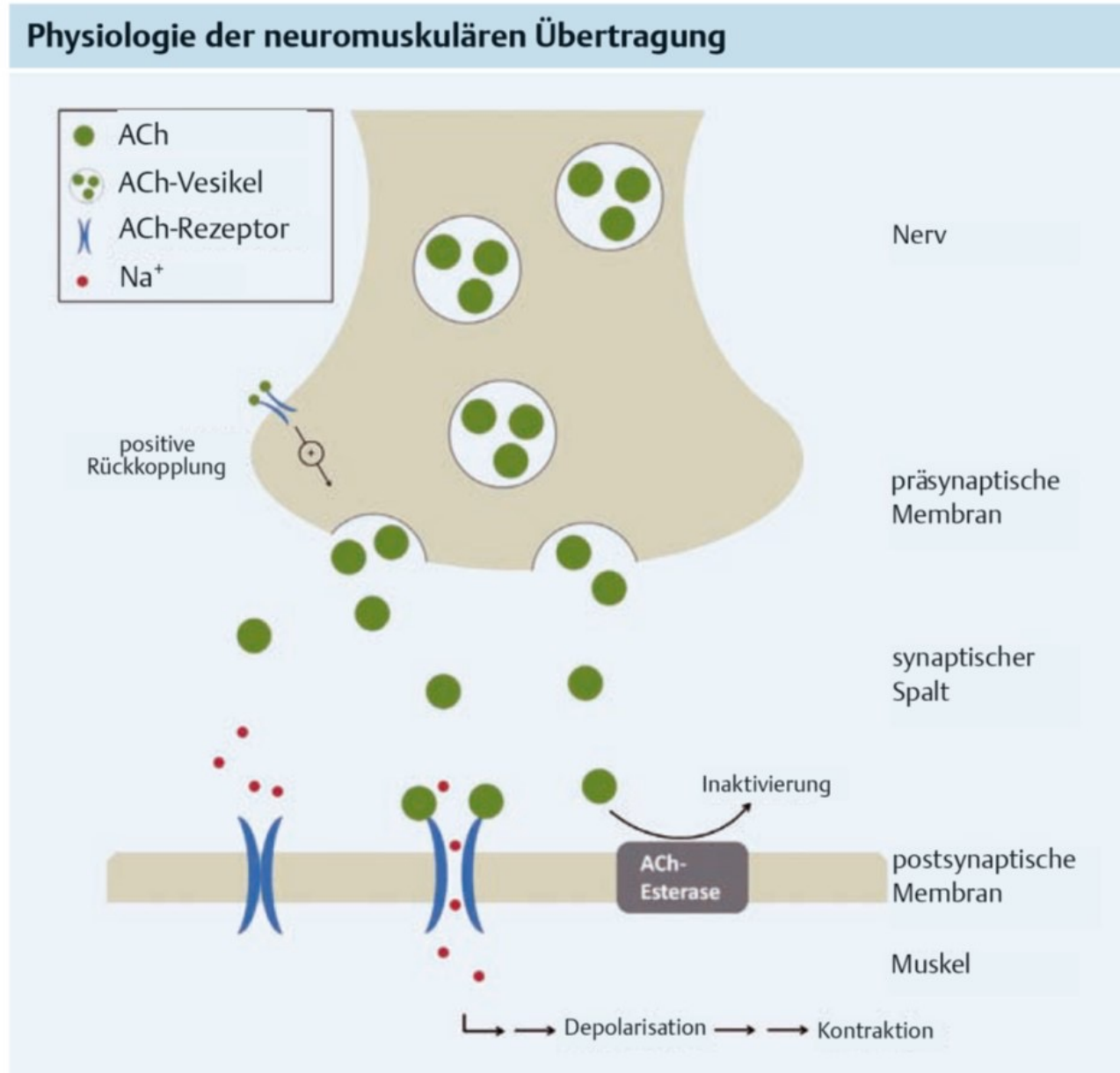
- **Analgesie im RettDienst:** 0,1 - 0,5 mg/kg i.v.
- **Narkose-Einleitung** 1 - 1,5 mg/kg i.v.

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

Muskelrelaxanzien

Motorische Endplatte



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

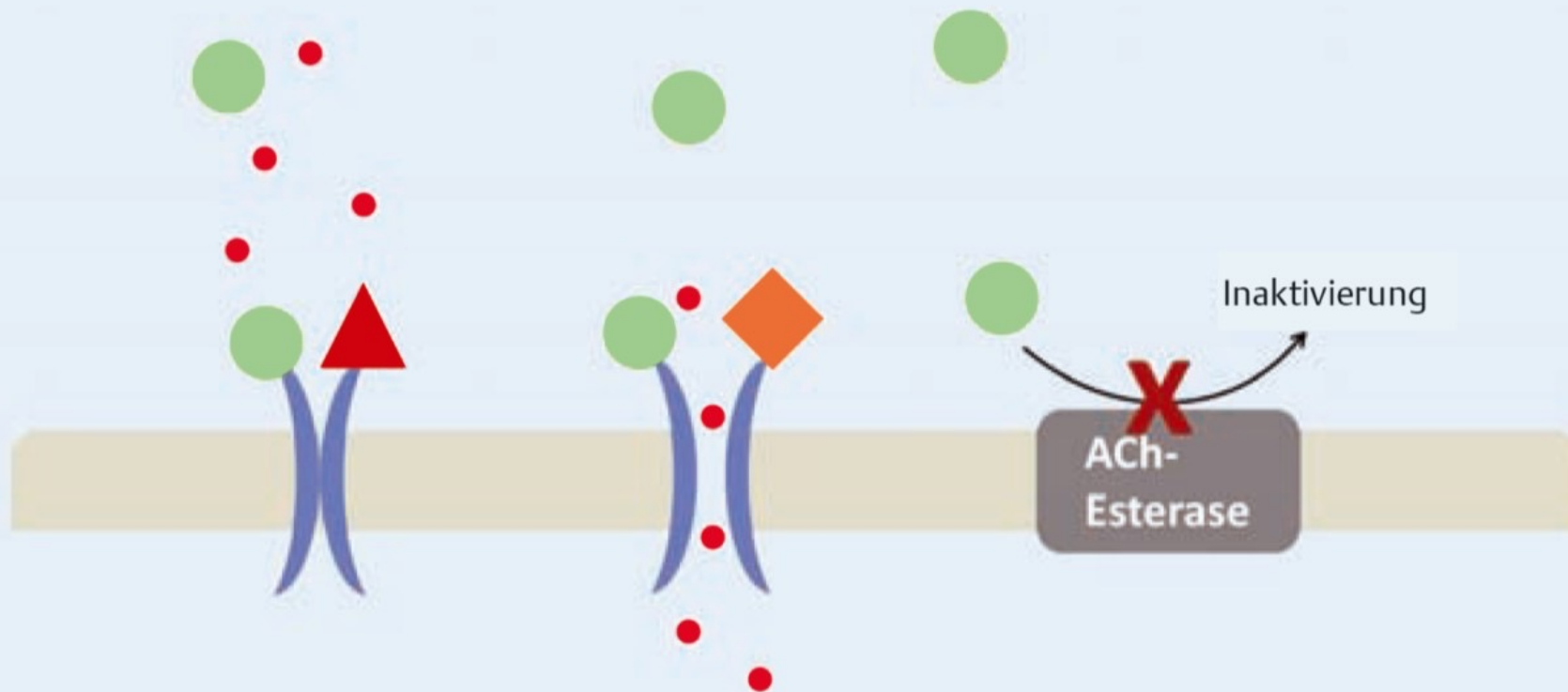
Depolarisationsblock:

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

Blockade der motorischen Endplatte

Schematische Darstellung der Gruppen von Muskelrelaxanzien

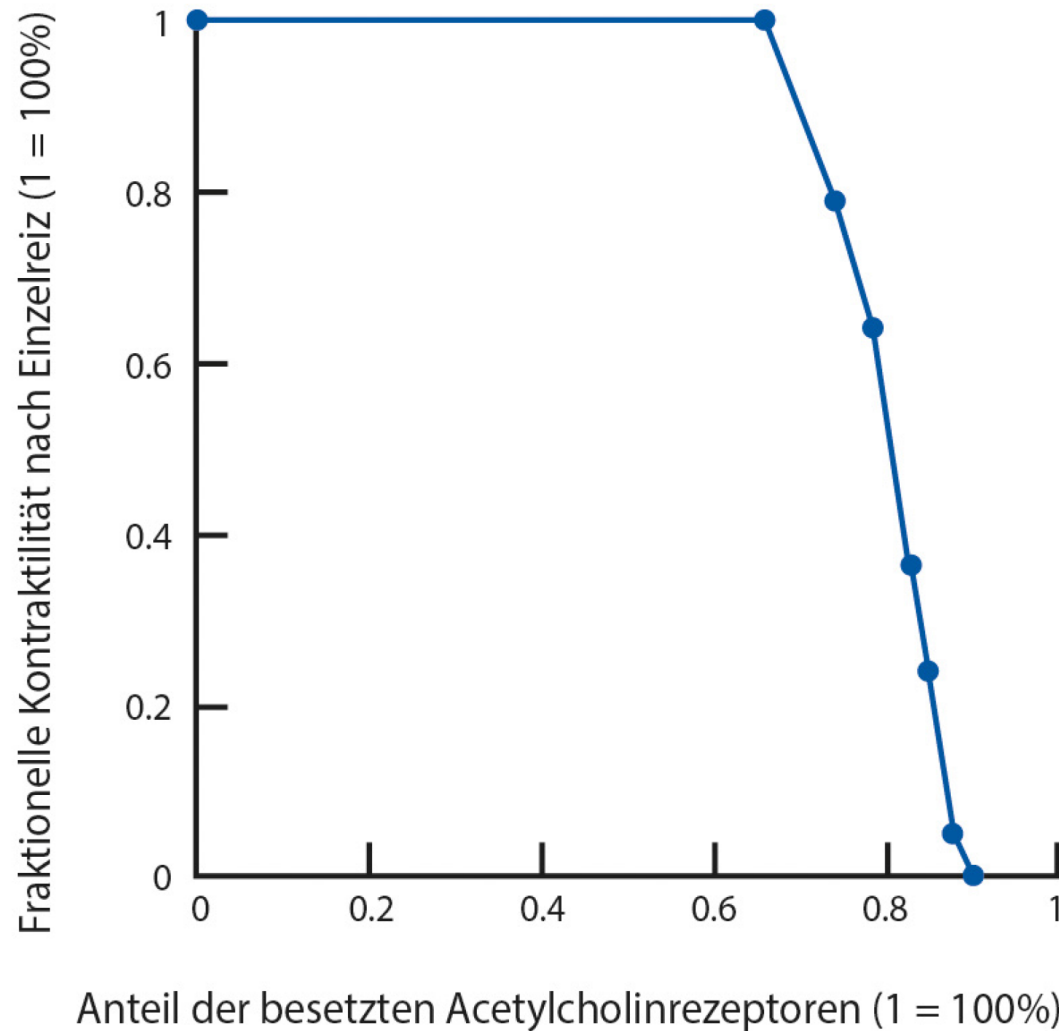
▲ NDMR ◆ Succinylcholin X ACh-Esterase-Hemmer



Muskelrelaxanzien: Terminologie

- **ED95 (Effektivdosis 95%)**: Dosis in mg/kg, mit der eine 95%-ige Reduktion der Muskelkraft erreicht wird. Meist gilt: Intubationsdosis = 2 x ED95
- **Anschlagzeit (onset)**: Zeitraum zwischen Injektion und Erreichen der 95%-igen Blockade
- **DUR25 (duration 25%)**: Injektion bis 25% Erholung der Muskelkraft. DUR25 = „**klinische Wirkdauer**“ = ausreichende chir. Blockade
- **DUR95 (duration 95%)**: Injektion bis 95% Erholung der Muskelkraft. DUR95 = „Gesamtwirkdauer“
- **Erholungsindex (recovery index)**: Zeit zwischen 25% und 75% Erholung. Weitgehend dosisunabhängig

Neuromuskuläre Sicherheitsreserve



- Etwa 75% der Rezeptoren der motorischen Endplatte müssen von einem Muskelrelaxans besetzt sein, bis erste messbare Effekte eintreten.
- Umkehrschluss: Bei klinisch vollständiger Erholung sind noch 75% der Rezeptoren blockiert = „**Eisbergphänomen**“

Neuromuskuläre Sicherheitsreserve

- „Eisbergphänomen“: Bei OP-Ende sind eine kleinere Menge Rezeptoren wieder Muskelrelaxans-frei, trotzdem ist der größere Teil der Rezeptoren wie bei einem Eisberg klinisch nicht „sichtbar“ und noch blockiert.
- **Merke:** Das sog. „**Eisbergphänomen**“ ist auch wichtig für die Nachinjektion des Muskelrelaxans:
- War der Patient voll relaxiert, dann genügen zur „Nachrelaxierung“ oft kleine Mengen Muskelrelaxans, um wieder eine klinisch ausreichende Muskelrelaxierung zu erreichen.

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 $0,9\text{-}1,2 \text{ mg/kg}$ „Blitz-intubation“ wie bei Succinylcholin möglich, aber dann mit längerer Wirkdauer (etwa 2 h)
- Reversierung mit Sugammadex (Bridion®) möglich

Vecuronium (Norcuron®)

- gehört zur Gruppe der Steroid-Relaxanzien
- „Vorgänger“ von Rocuronium, aber mit einem langsameren Wirkeintritt
- $ED_{95} = 0,05 \text{ mg/kg}$
- normale Intubationsdosis ($2 \times ED_{95}$) = $0,1 \text{ mg/kg}$
- Anschlagzeit 2-3 min
- mittellang wirksam (Intubationsdosis ~45 min)
- teilweise hepatisch metabolisiert
- Reversierung mit Sugammadex (Bridion®) möglich

Pancuronium

- gehört zur Gruppe der Steroid-Relaxanzien
- $ED_{95} = 0,05 \text{ mg/kg}$
- normale Intubationsdosis ($2 \times ED_{95}$) = $0,1 \text{ mg/kg}$
- Anschlagzeit 3-4 min
- lang wirksam (Intubationsdosis ~90 min)
- (deutliche) Kumulation bei Niereninsuffizienz
- NW: Tachykardie (bei Einleitung mit hoher Opioiddosis ggf. erwünscht)

Atracurium (Tracrium®)

- gehört zur Gruppe der Benzylisochinoline
- $ED_{95} = 0,25 \text{ mg/kg}$
- Intubationsdosis ($2 \times ED_{95}$) = $0,5 \text{ mg/kg}$
- Anschlagzeit 2 min
- Mittellang wirksam (Intubationsdosis ~45 min)
- „Abbau“ durch Spontanzerfall („Hofmann-Elimination“) und durch unspezifische Esterasen
- dadurch keine Wirkverlängerung bei Leber- oder Niereninsuffizienz
- NW: Histaminfreisetzung → Blutdruckabfall, beim Zerfall entsteht Laudanosin → Krampfschwelle ↓

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 ~15-20 min)
- Abbau durch Pseudocholinesterase → (deutliche) Wirkdauerverlängerung bei Pseudocholinesterasemangel (wie Succinylcholin)
- Wirkverlängerung bei Leber- und Niereninsuffizienz
- Histaminfreisetzung → Blutdruckabfall

Exkurs Plasmacholinesterase

- Acetylcholinesterase baut Acetylcholin (ACh) ab
- Plasmacholinesterase (PChE) baut ACh und auch andere Esterverbindungen ab, u.a. Succinylcholin, Mivacurium, LA vom Estertyp, z. B. Procain, Cocain
- Syn: Pseudocholinesterase, Butyrylcholinesterase
- PChE-Aktivität vermindert in Schwangerschaft, bei Leber-, Nierenerkrankungen, Malignom u.a.
- Medikamente können die Aktivität hemmen, z. B. Pyridostigmin oder Edrophonium bei Myasthenia gravis, „Pille“, Metoclopramid
- Dann Succinyl- und v.a. Miva-Wirkung verlängert!

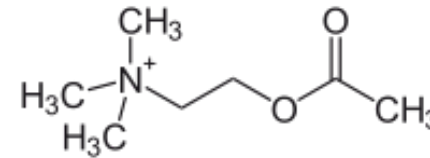
Exkurs „Atypische Plasmacholinesterase“

- Atypische PChE = genetische Varianten, i.d.R. autosomal-rezessive Vererbung
- Europa: homozygote Personen ca. 1 : 1.500-3.000
- Plasmacholinesterase-Aktivität ist in der „einfachen“ Laboranalyse normal bzw. leicht erniedrigt
- Erkennung von atypischer PChE nur mit spez. Tests, z. B. mittels Dibucain- oder Fluorid-Zahl
- Dibucain (LA) und Fluorid hemmen normale PChE
- Normal: Hemmung der PChE >70%, also Dibucainzahl >70
- Heterozygot: Hemmung 30-70%, also Dibucainzahl 30-70
- Homozygot = Hemmung <30%, also Dibucainzahl <30

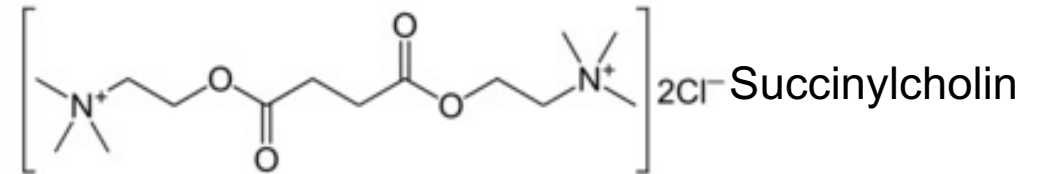
Exkurs „Atypische Plasmacholinesterase“

- Atypische PChE: Abbau von Succinylcholin, Mivacurium, Esterbetäubungsmitteln (LA) etwas (heterozygot) bis deutlich (homozygot) verzögert
- Relaxansüberhang → 15-30 min (heterozygot) bis mehrere Stunden (homozygot); daher Relaxometrie!
- Homozygote Form: i.d.R. Sedierung & Nachbeatmung. Alternativ FFP, wegen Volumenmenge und Transfusionsrisiken i.d.R. nicht indiziert
- Bei LA: Intoxikation möglich!
- Postop. Visite: Bescheinigung ausstellen, Sicherungsaufklärung, Dibucainzahl, genetische Beratung, Details s. Uni Wien: <https://anaesthesie.meduniwien.ac.at>
- Abbau von Remifentanyl, Esmolol, Clevidipin nicht beeinträchtigt, da Abbau durch unspez. Esterasen!

Succinylcholin

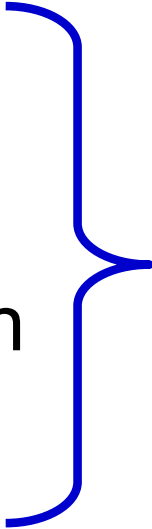
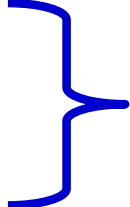


Acetylcholin

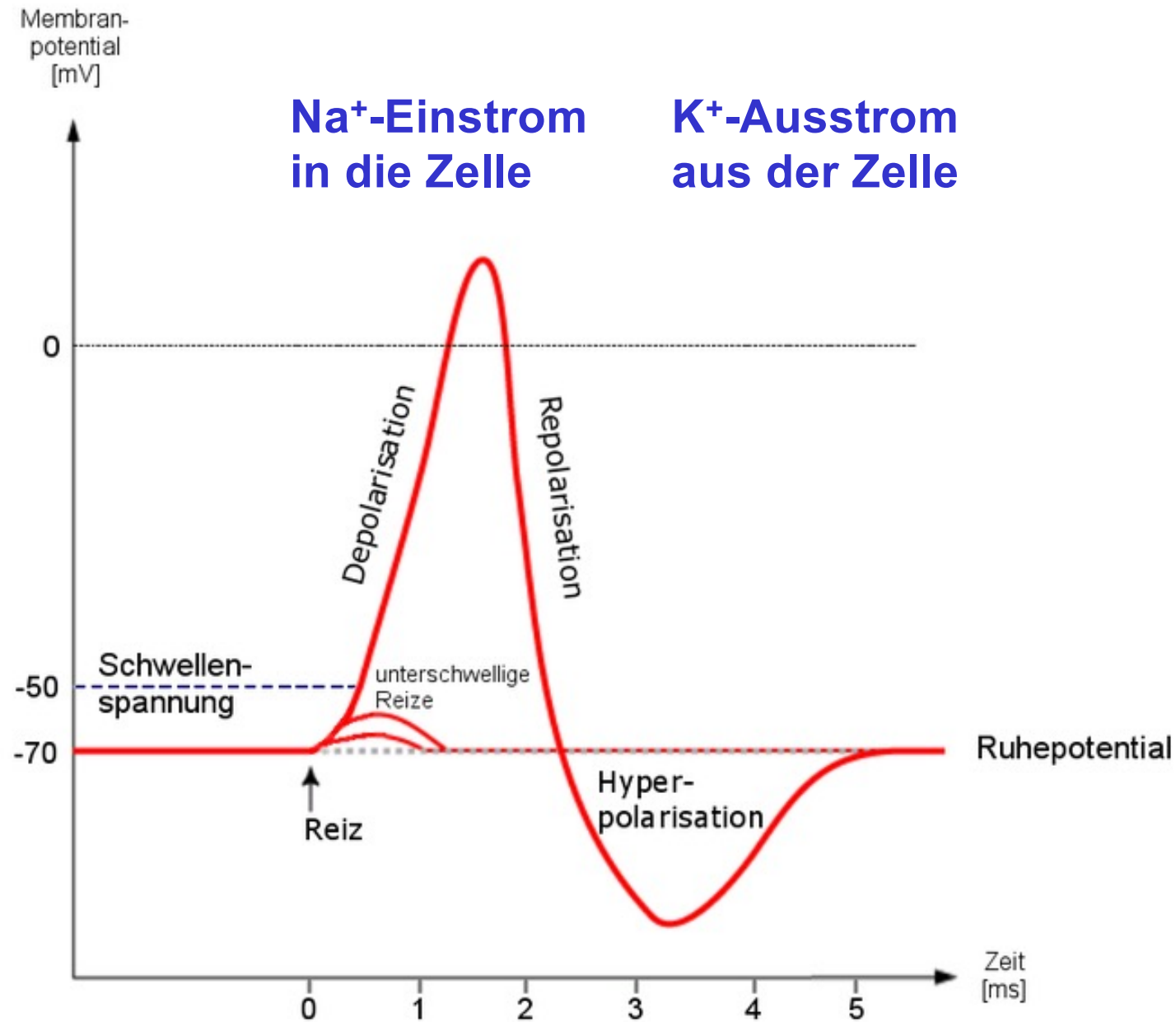


- Depolarisationsblock
- Muskelrelaxans mit dem schnellsten Wirkeintritt und der kürzesten Wirkdauer
- Dosis für Erwachsene: 1 – 1,5 mg/kg i.v.
- Wirkeintritt nach 30 – 60 s
- Wirkdauer etwa 8 – 12 min
- NW: Bradykardie (bei Bedarf 0,5 mg Atropin i.v.)
- Kontraindikationen beachten!

Succinylcholin ist kontraindiziert bei Patienten mit

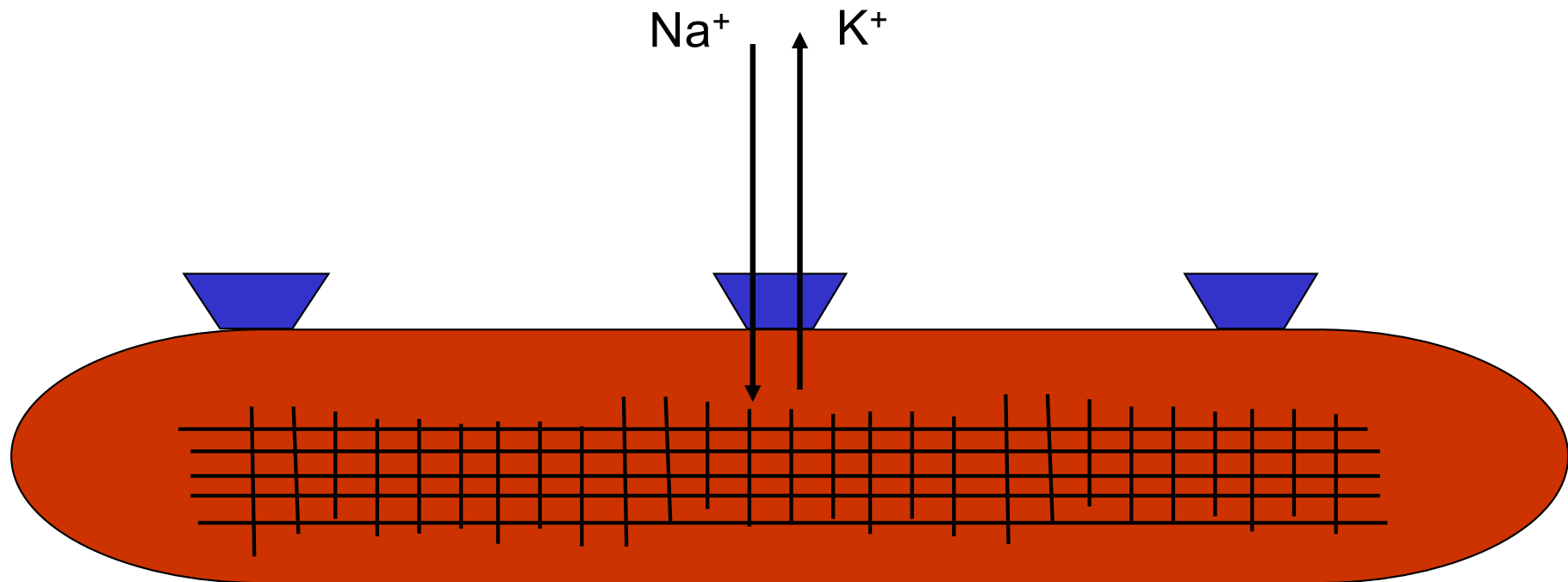
- Muskelerkrankung
 - Lähmung
 - Hyperkaliämie
 - Bettlägerigkeit > 48 h, z.B. nach Polytrauma oder schweren Verbrennungen
- 
- $K^+ \uparrow \uparrow$
- bekannter Allergie
 - maligner Hyperthermie
- 
- Eigenständige Erkrankungen

Aktionspotenzial



Succi und gesunder Patient

Succi



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

Succi

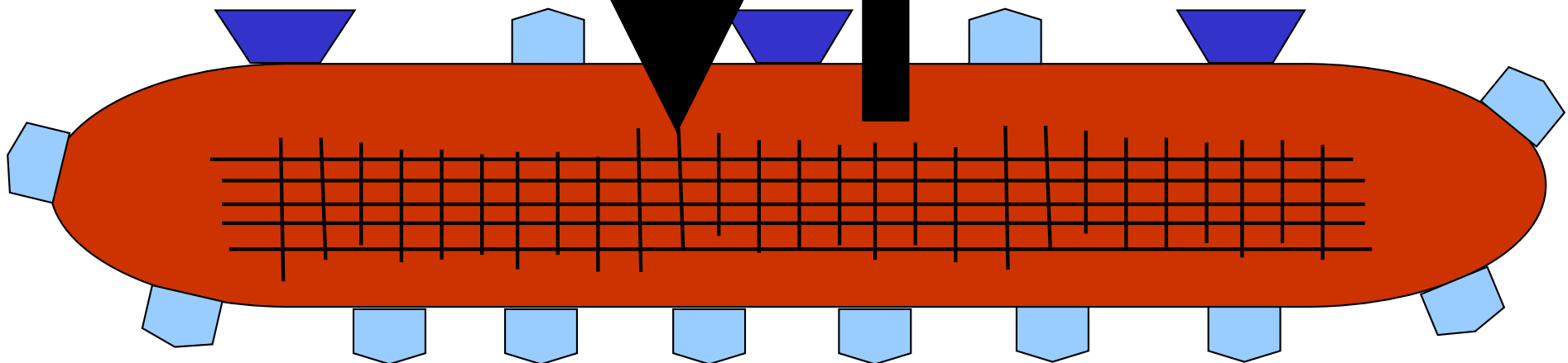


Bildung
zusätzlicher
motorische
Endplatten

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

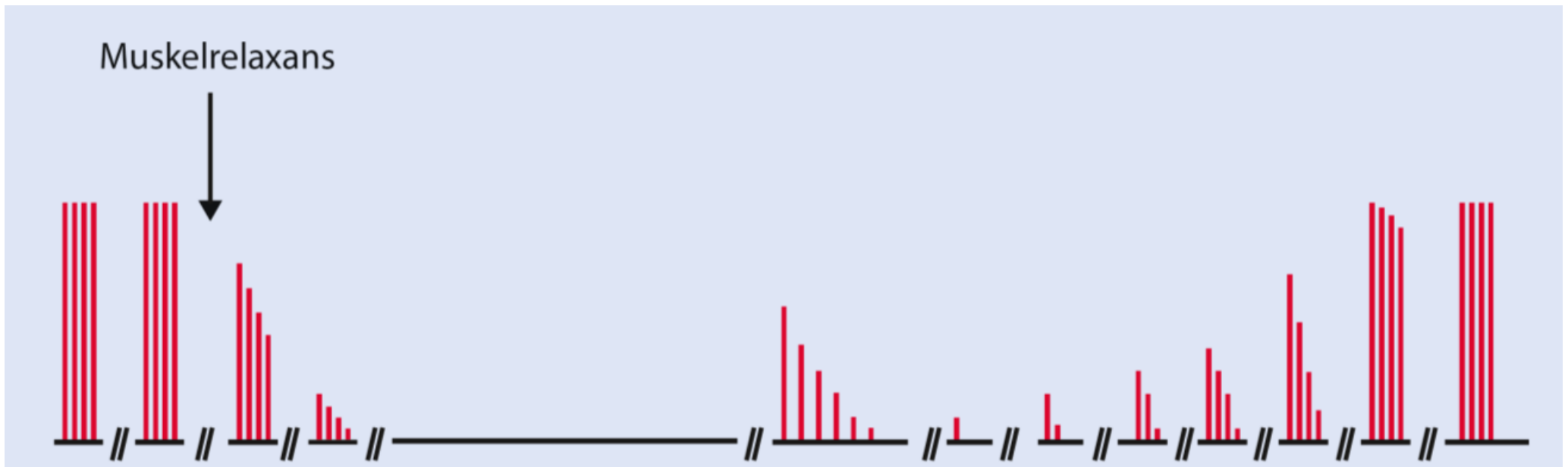


Abb. aus: Schreiber JU, Fuchs-Buder T „Muskelrelaxanzien und Relaxometrie“
in Wilhelm W (Hrsg) „Praxis der Anästhesiologie“, 1. Aufl. Springer 2018

Relaxometrie: Stimulationsmuster

- **Single Twitch:** Einzelreiz jede Sekunde, zur Überwachung des Wirkeintritts
- **TOF (Train of Four):** 4 Reize alle 0,5 s, kann zur kompletten Überwachung verwendet werden
- **DBS (Double Burst Stimulation):** 2 Reizserien mit je 3 schnellen Stimuli, ideal zur besseren taktilen oder optischen Erfassung einer Restrelaxierung
- **PTC (Post Tetanic Count):** 5 s Dauertetanus, dann Einzelreize: Anzahl der erfassbaren Einzelreize gibt Hinweis, wann die erste TOF-Antwort wieder kommt. Sinnvoll bei tiefer Blockade.

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“

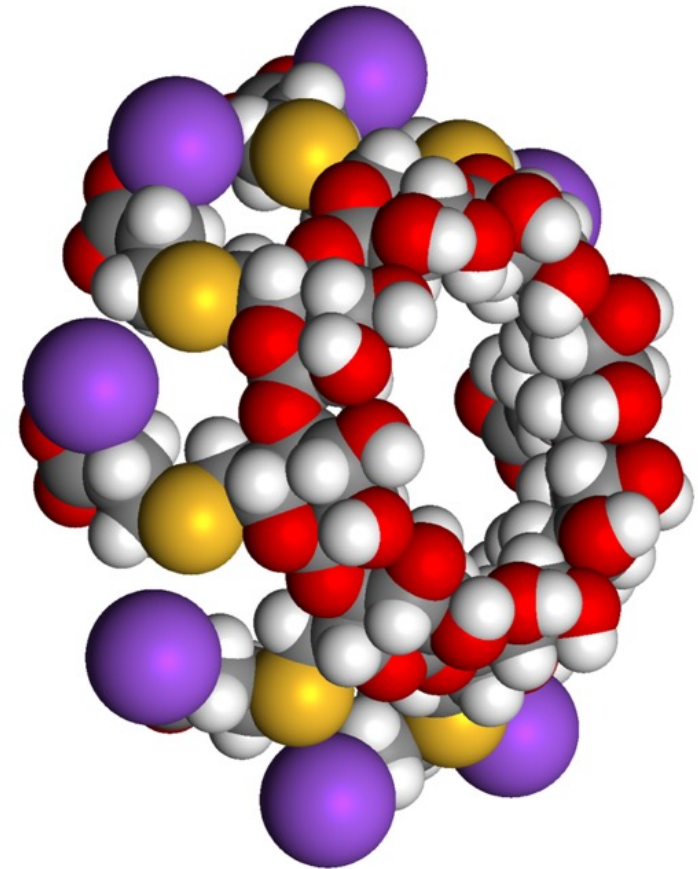
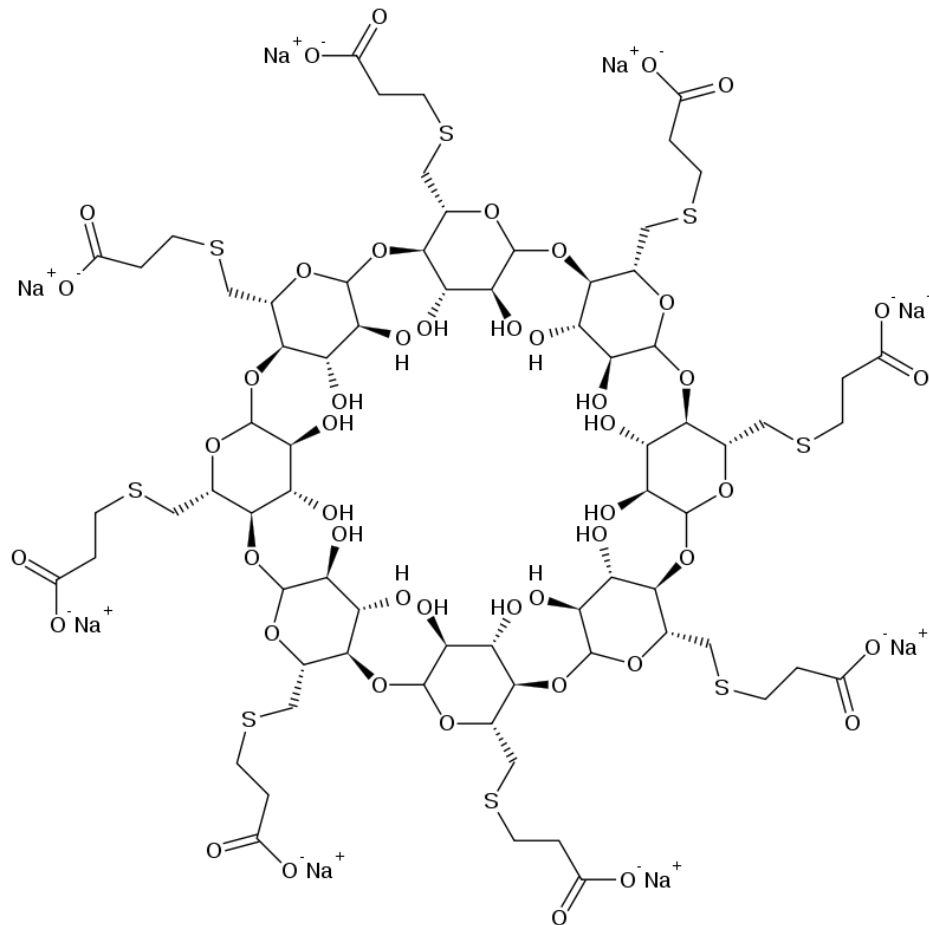


Abb. aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sugammadex>

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 $\geq$ 1-2	4 mg/kg
T4-Zahl $\geq$ 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!



mario.wachowiak@paulus-gesellschaft.de
Tel. 02389 - 787 - 1151

