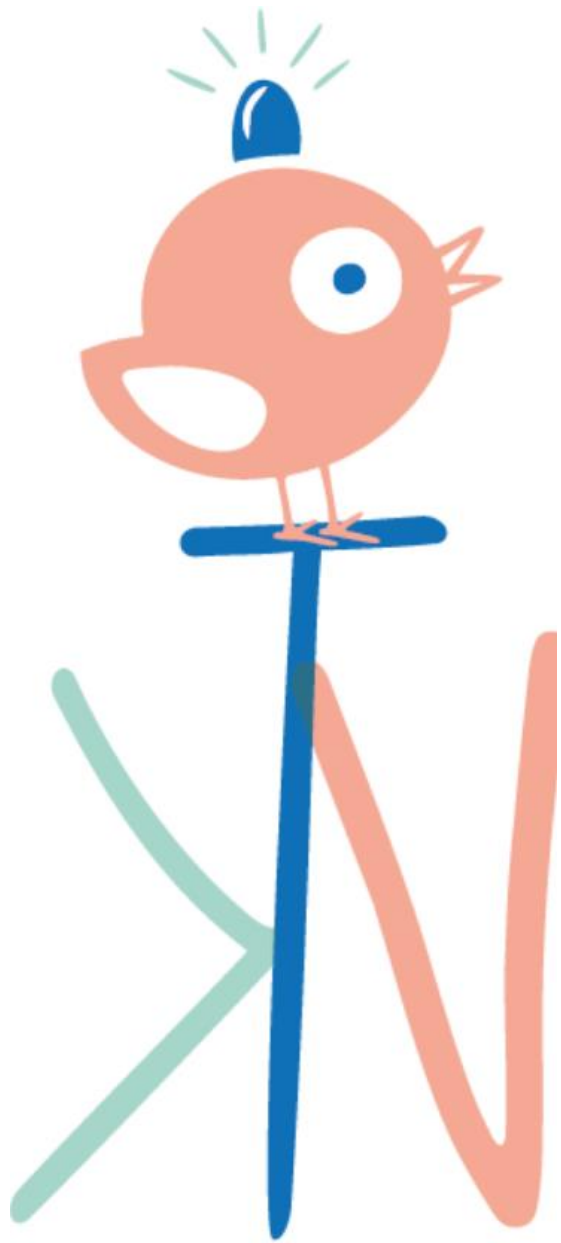
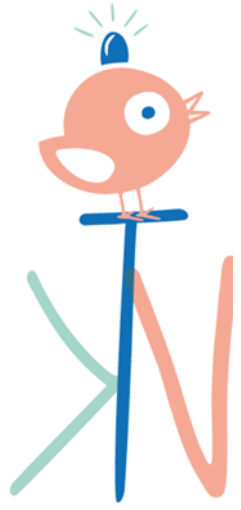


Präklinische Narkoseeinleitung bei Kindern und Jugendlichen



Kinder
Notfall
TAGE

Dr. Martina Mischkreu
Abteilung für Kinder- und Jugendheilkunde
Klinikum Klagenfurt



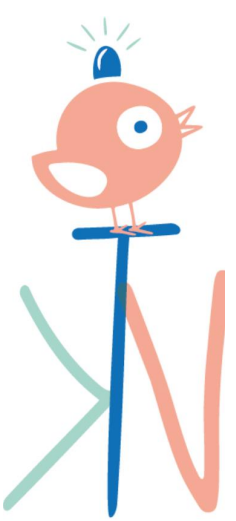
AGENDA

- Wer?
- Warum?
- Wie?
- Womit?
- Was (wollt ihr) noch?



AGENDA

- Wer?



STATISTICS

Children constitute a small proportion (6.2%) of patients encountered by German HEMS. Only 26.1% of these children are critically unwell (NACA IV-VII), and 6.5% require an ETI.

- For an average German HEMS post with 20 doctors flying 830 primary missions annually, this equates to one seriously unwell child aged 10 or younger per doctor per 18 months and one ETI every 6 years.

Daten für Österreich/Kärnten: missing!



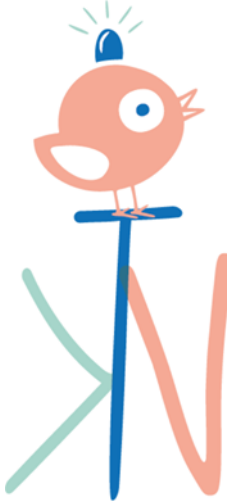
Ein durchschnittlicher deutscher
Notarzt intubiert alle 13 Jahre einen
Säugling

Eich C, Roessler M, Nemeth M, Russo SG, Heuer JF, Timmermann A (2009) Characteristics and outcome of prehospital paediatric tracheal intubation attended by anaesthesia-trained emergency physicians. Resuscitation 80:1371–1377



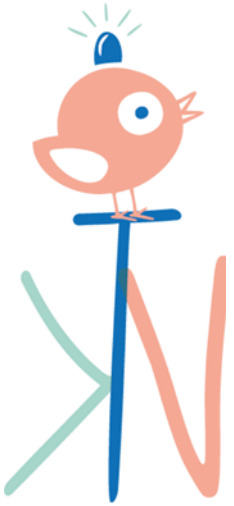
AGENDA

- Wer?
- Warum?



Indikationen für die präklinische Narkoseeinleitung/Intubation

- Bewusstseinstörung GCS < 9
- schweres Schädel-Hirn-Trauma
- Traumata im Bereich der oberen Atemwege
- respiratorische Erschöpfung (nach Therapieversuch)
- anhaltend niedrige SpO₂ (Pneumothorax ausgeschlossen)
- Hypoventilation/Hyperkapnie
- schwere hämodynamische Instabilität

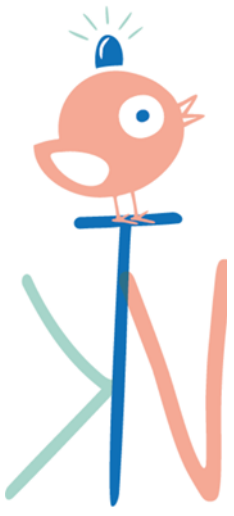


Glasgow Coma Scale beim Kind

Punkte	Augen öffnen	beste verbale Kommunikation	beste motorische Reaktion
6	–	–	spontane Bewegung
5	–	Plappern, Brabbeln	gezielte Abwehr auf Schmerzreiz
4	spontan	Schreien, tröstbar	normale Beugeabwehr auf Schmerzreiz
3	auf Schreien	Schreien, untröstbar	abnorme Abwehr auf Schmerzreiz
2	auf Schmerzreiz	Stöhnen, unverständliche Laute	auf Schmerzreiz, Strecksynergismen
1	keine Reaktion	keine verbale Reaktion	keine Reaktion auf Schmerzreiz

AVPU	klinischer Status	Korrelation zur GCS	Schwere des Schädel-Hirn-Traumas
A: „alert“	Patient ist spontan wach	13–15 Punkte	leichtes SHT
V: „vocal Stimuli“	Reaktion auf Ansprache	10–13 Punkte	mittleres SHT
P: „painful Stimuli“	Reaktion auf Schmerzreiz	4–9 Punkte	schweres SHT
U: „unresponsive“	keine Reaktion auf Reiz	3 Punkte	

GCS = Glasgow Coma Scale; SHT = Schädel-Hirn-Trauma



Primum non nocere

- Ziel aller prähospitalen Maßnahmen ist der Lebenserhalt sowie die Reduktion des sogenannten Sekundärschadens, der wiederum das Outcome des Patienten beeinflusst.
- Zu den **Sekundärschäden zählen insbesondere die Hypoxie und die Hypovolämie, welche als sogenannte "Secondary Hits"** insbesondere beim Schädel-Hirn-Trauma (SHT) das Outcome nachhaltig negativ beeinflussen können



GCS <9? Hypoxie größerer Risikofaktor als Aspiration

- therapeutische Ziele = Normotonie, Normoxie und Normokapnie sind auch ohne Intubation zu erreichen
- die Notfallnarkose kann durch Apnoe und Blutdruckabfall mit einer Verschlechterung der zerebralen Perfusion einhergehen

GCS <9? Hypoxie größerer Risikofaktor als Aspiration



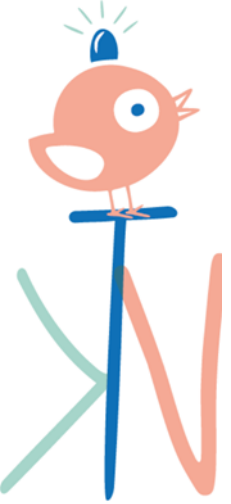
Czorlich P, Pedram E, Fritzsche FS et al **The impact of prehospital intubation on the outcome of severe traumatic brain injury in children and adults with a Glasgow Coma Scale < 9**

67. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC), Frankfurt am Main, 12.–15.06.2016. <https://doi.org/10.3205/16dgnc271>

Results: A total of **21.804 patients** with a prehospital GCS of <9 were available for retrospective cohort analysis. **Intubated patients demonstrated a higher observed mortality (41.3% vs. 28.6%) compared to non-intubated patients.**

Intubated patients between 1 and 6 yoa with a GCS <9 demonstrated a significantly higher mortality compared to those who had not been intubated (41% vs. 6,8%).

Conclusions: Intubation in children with severe TBI, 1-6 yoa, was associated with a higher mortality than expected in this large retrospective cohort analysis. **It must be questioned whether a GCS of <9 is the only reliable criterion for intubation in this cohort.**



Präklinische Risikoabwägung

- Kompetenz und Routine des medizinischen Teams und im Speziellen des Notarztes
- Zeitverlust durch eine komplexe Atemwegssicherung
- Einsatz- und Transportumstände (bodengebunden?, langer Transportweg?,...)
- Komorbidität (bekannte schwere Grunderkrankung?, Fehlbildungen?, Voroperationen?,...)
- abschätzbare Intubationshindernisse



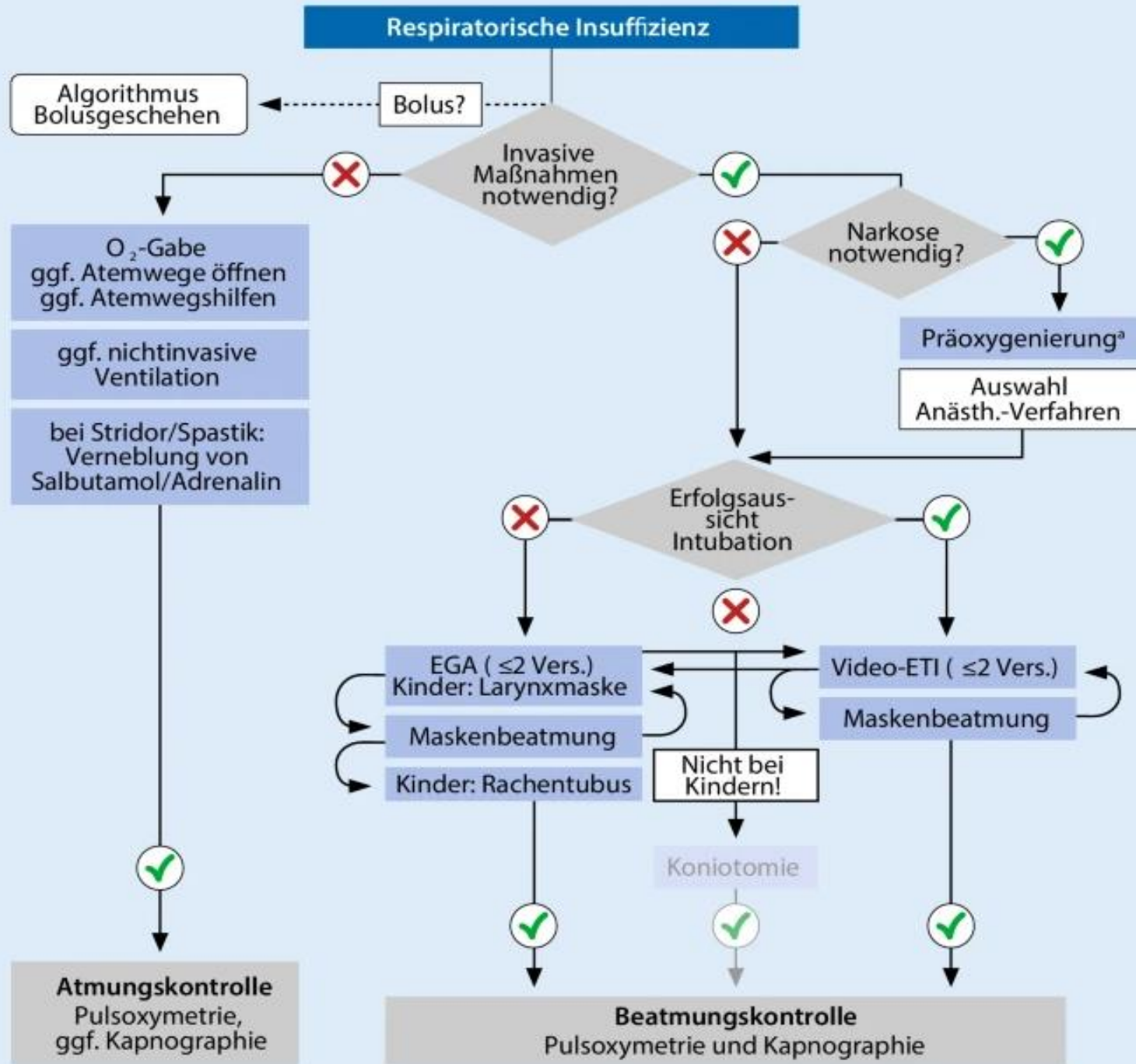
Merke

Im Vergleich zu Erwachsenen weist die endotracheale Intubation im Rahmen einer präklinischen Notfallnarkose bei Kindern ein deutlich erhöhtes prozedurales Risiko bei tendenziell geringerem therapeutischem Nutzen auf.



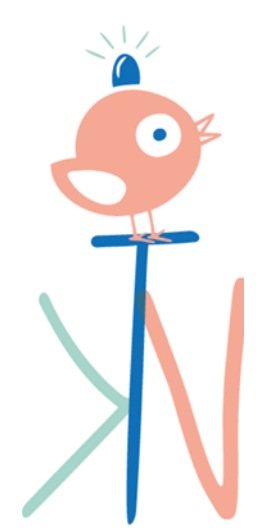
AGENDA

- Wer?
- Warum?
- Wie?



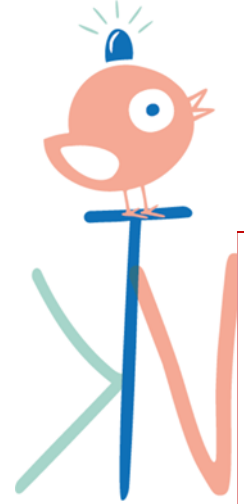
AWMF S1-Leitlinie:
Prähospitales
Atemwegsmanagement
Timmermann A, Böttiger BW,
Byhahn C, Döriges V, Eich C, Gräsner JT
et al (2023)

EGA = extraglottische Atemwegshilfe
ETI = endotracheale Intubation;



Kontrollierte Beatmung mittels Rachentubus





Prähospitale Notfallnarkose

Für Früh-, Neugeborene, Säuglinge, Kleinkinder und kritisch kranke oder verletzte, hypoxiegefährdete Kinder aller Altersklassen wird die pädiatrisch modifizierte kontrollierte Rapid Sequence Induction (RSI) empfohlen



Was heißt das?

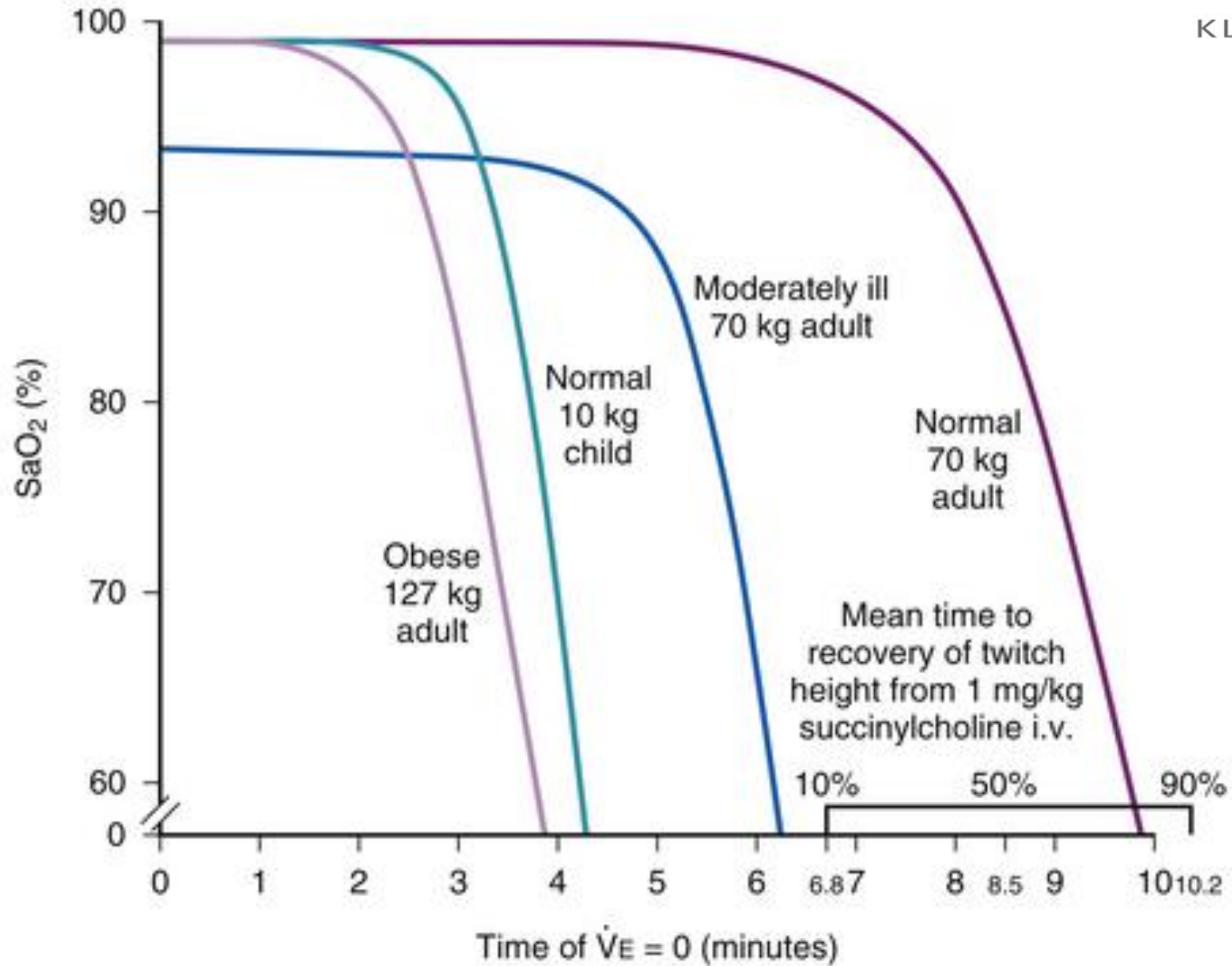
- **drucklimitierte, sanfte Zwischenbeatmung bis zur Anschlagszeit des Muskelrelaxans**

Druckbegrenzung von max. 15 mbar

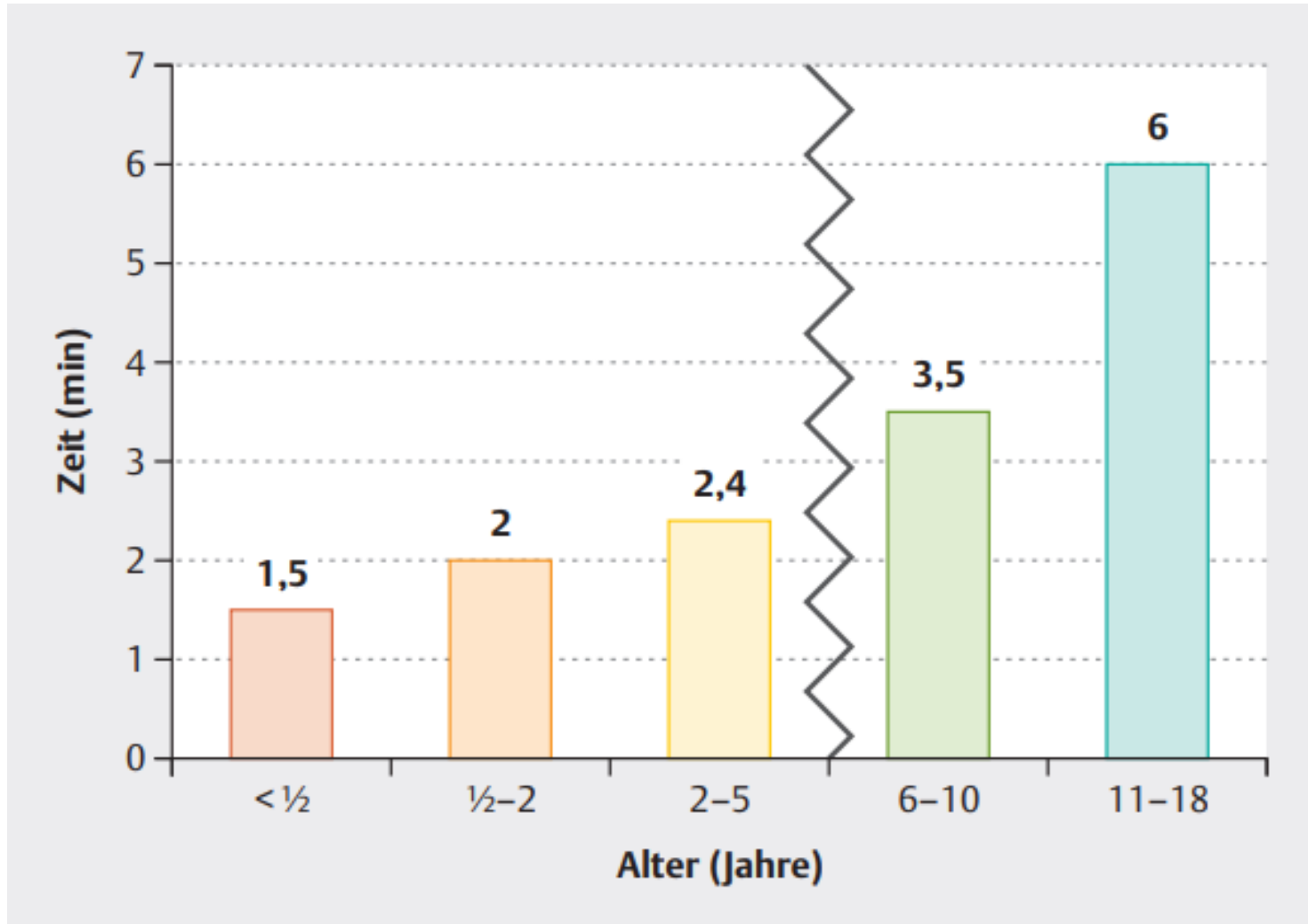
KI: massive Atemwegs- oder obere GI-Blutungen und ein hoher Dünndarmileus

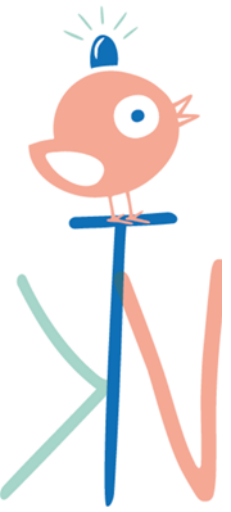
Trappe U, Reifferscheid F, Thiele J et al. Aktionsplan Sichere Notfallnarkose bei Kindern. Notarzt 2016; 32: 244-253

Schmidt J, Strauß JM, Becke K et al. Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. Anaesthesiol Intensivmed 2007; 48: S88–S93



Apnoetoleranz bis $SpO_2 \leq 90\%$ nach 2 Minuten Präoxygenierung mit 100% O_2





- Präoxygenierung
- Injektion von Hypnotikum, nicht-depolarisierendem Muskelrelaxans und Analgetikum
- Sanfte Zwischenbeatmung mit dem Beatmungsbeutel, strenge Beachtung einer Druckbegrenzung von max. 15 mbar; alternativ druckkontrollierter Ventilationsmodus (PCV) eines geeigneten Beatmungsgeräts
- Laryngoskopie und tracheale Intubation (oder alternativ Platzierung einer Larynxmaske) erst bei vollständiger Narkosetiefe und Muskelrelaxierung
- Sofortige Tubuslagekontrolle mittels Kapnografie und Cuffdruckkontrolle



AGENDA

- Wer?
- Warum?
- Wie?
- Womit?

Drei Säulen der Notfallnarkose

Analgetika

Fentanyl
Sufentanil
Esketamin

Muskelrelaxans

Rocuronium
Antagonist:
Sugammadex

Hypnotika

Midazolam
Propofol
Esketamin



- **Esketamin (z. B. Ketanest S[®]) 25mg/ml**

Dosis: Einleitung: 2 (-3) mg/kg i.v.

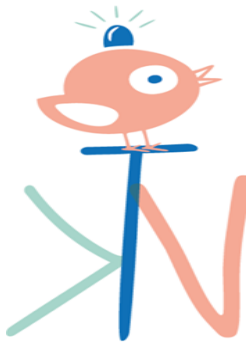
Erhaltung: 2-3 mg/kgKG/h i.v

Wirkeintritt: 30 s.

Wirkdauer: 5–15 min

Wirkung: Nur im höheren Dosisbereich tritt ein vollständiger Bewusstseinsverlust zusätzlich zur Analgesie ein.

Notfallmedizinisch relevante Nebenwirkungen: Tachykardie, Hypertonie, Apnoe, Erhöhung des Augeninnendrucks, Albträume und Halluzinationen.



- **Fentanyl 50µg/ml**

Dosis: Einleitung: 2 (-3) µg/kg i.v.

Erhaltung: 2–3 µg/kgKG i.v., fraktioniert nach Wirkung in Repetitionsdosen.

Wirkeintritt: 20–30 s.

Wirkdauer: 20–30 min.

Wirkung: Das Opioid Fentanyl hat eine starke analgetische Wirkung und bildet deshalb in einer Kombinationsnarkose die analgetische Komponente. Mit höherer Dosierung geht zusätzlich ein sedierender Effekt einher.

Notfallmedizinisch relevante Nebenwirkungen: Apnoe, Übelkeit/Erbrechen, erhöhte Muskel-/Thoraxrigidität, Bradykardie, Hypotonie.



- **Rocuronium (Esmeron®) 10mg/ml**

Dosis: RSI-Einleitung: 1 mg/kg i.v.

Erhaltung: 0,2 mg/kgKG i.v., fraktioniert in Repetitionsdosen nach Wirkung.

Wirkeintritt 60 s.

Wirkdauer 30–60 min.

Wirkung : Rocuronium ist ein mittellangwirkendes nichtdepolarisierendes Muskelrelaxans, das sowohl zur Einleitung als auch zur Aufrechterhaltung einer Muskelrelaxierung eingesetzt wird.



- **Antagonist: Sugammadex (Bridion®) 100mg/ml**

Dosis: (4)–16 mg/kgKG i.v.

Wirkeintritt: Mindestens 2–3 min.

Wirkung: Sugammadex hebt als spezifischer Antagonist durch Inkapsulation innerhalb weniger Minuten die muskelrelaxierende Wirkung von Rocuronium auf.

Ein Rebound muss nicht erwartet werden und die Wirkeintrittsgeschwindigkeit steigt mit der Dosis



- **Midazolam 1mg/ml oder 5mg/ml**

Dosis: Einleitung: 0,15–0,2 mg/kgKG i.v.

Erhaltung: 0,1–0,2 mg/kg KG i.v.,

Wirkeintritt: 60–90 s

Wirkdauer: 60–120 min

Wirkung: Midazolam ist ein Sedativum und kann im Rahmen einer Notfallnarkose als Begleitmedikation einer Ketaminnarkose oder als alleiniges Hypnotikum eingesetzt werden. Zusammen mit einem Opioid kann eine suffiziente Narkose nach Intubation geführt werden. Zusätzlich verfügt Midazolam über eine antikonvulsive Wirkung.



- **Propofol 10mg/ml und 5mg/ml (20mg/ml)**

Dosis: Einleitung: 3 (-5) mg/kgKG i.v.

Erhaltung: 3–8 mg/kgKG/h i.v., CAVE: PRIS=Propofolinfusionssyndrom

Wirkeintritt: 15–45 s.

Wirkdauer: 5–10 min.

Wirkung: Mit dem Verlust des Bewusstseins erfolgt i. d. R. sehr schnell das Einsetzen der Apnoe. Für die Intubation ist eine zusätzliche Muskelrelaxierung erforderlich. Propofol hat keine analgetische, dafür aber eine gute antikonvulsive Wirkung.

Notfallmedizinisch relevante Nebenwirkungen: Apnoe, Hypotonie



Medikamente I Dosierungshilfen!!!

	Propofol		Esketamin		Rocuronium		Fentanyl	
Konzentration	10	mg/ml	25	mg/ml ²	10	mg/ml	50	µg/ml
Dosierung	3	mg/kgKG	2	mg/kgKG	1	mg/kgKG	2	µg/kgKG



Notfall-Lineal und
Notfall-Karten
farbcodiert

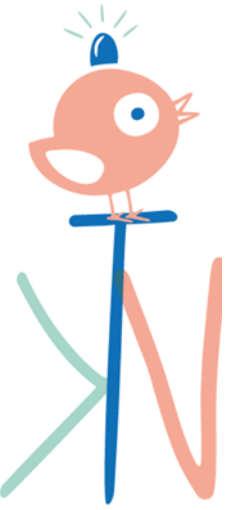


Dosierungs-APPs
farbcodiert



Medikamente II

Im Notfall sollten möglichst wenige Anästhetika mit großer therapeutischer Breite und günstigem Nebenwirkungsprofil eingesetzt werden;
Die Kombination von **Esketamin und Rocuronium** erfüllt diese Anforderungen weitgehend.



Medikamente III

- beim Polytrauma im Kindesalter ist die Kombination von Esketamin und Rocuronium vorteilhaft (z.B. 2 mg/kg KG Esketamin und 1 mg/kg KG Rocuronium)
- Auch das SHT ist keine Kontraindikation für Esketamin

■ Tab. 10.8 Wirkungen der Injektionsanästhetika auf das kardiovaskuläre System

	Arterieller Mitteldruck	Herzfrequenz	HZV	SVR	Venodilatation
Propofol	↓	↓	↔↓	↓	↑
Ketamin	↑↑	↑↑	↑	↑	↔
Midazolam	↔↓	↓↑	↔↓	↔↓	↑

■ Tab. 10.9 Wirkungen der Injektionsanästhetika auf das ZNS

	Zerebraler Blutfluss	Zerebraler Metabolismus	Intrakranieller Druck
Propofol	↓↓	↓↓	↓↓
Ketamin	↑↑	↑	↑
Midazolam	↓	↓	↓

Trappe U, Reifferscheid F, Thiele J et al.
Aktionsplan Sichere Notfallnarkose bei
Kindern. Notarzt 2016; 32: 244-253



Katecholamine

„Suprablitz“: 1ml =
0,1mg L-Adrenalin
auf 10ml NaCl 0,9% =
1ml/10kg = 1µg/kg

Oder pur 1mg/10ml
L-Adrenalin =
DL 1ml/10kg/h =
0,15µg/kg/min

Noradrenalin: 5ml = 5mg auf 50ml NaCl 0,9%
DL 1ml/10kg/h = 0,15µg/kg/min

Ephedrin 1ml=10mg
Auf 10ml NaCl 0,9%
1ml/10kg = 0,1 mg/kg
als Überbrückung

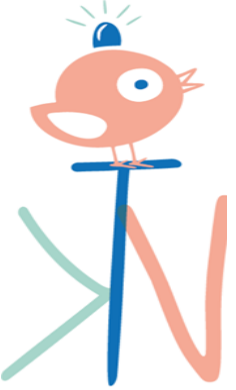
Alter	Herzfrequenz (Obergrenze) (1/min)	systolischer arterieller Druck (Untergrenze) (mmHg)	mittlerer arterieller Druck (Untergrenze) (mmHg)
1 Monat	120 (175)	60 (50)	45 (35)
1 Jahr	110 (170)	80 (70)	55 (40)
2 Jahre	100 (160)	90 (70) + 2 × Alter	55 (40) + 1,5 × Alter
6 Jahre	90 (130)	90 (70) + 2 × Alter	55 (40) + 1,5 × Alter
12 Jahre	80 (100)	120 (90)	80 (65)

EPALS = European Advanced Life Support

ERC Noradrenalin/Adrenalin: 1mg auf 50 ml NaCl 0,9%
DL ml/kg/h = kgKG/3 = 0,1µg/kg/min

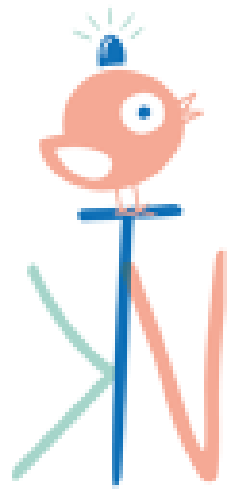


- RR soll systolisch mindestens
- 70+(Alter x 2) sein



Cannot-Ventilate-Situation bei Kindern

- Zu oberflächliche Anästhesie → Anästhesie vertiefen
- Schwere Laryngospasmus → Anästhesie vertiefen/Relaxation
- Opioid-induzierte Muskelrigidität → Relaxation
- Schwere Bronchospasmus → Anästhesie vertiefen/Adrenalin i.v.
- Massiv überblähter Magen → Entlasten



AGENDA

- Wer?
- Warum?
- Wie?
- Womit?
- Was (wollt ihr) noch?



Team-Time-out 1:

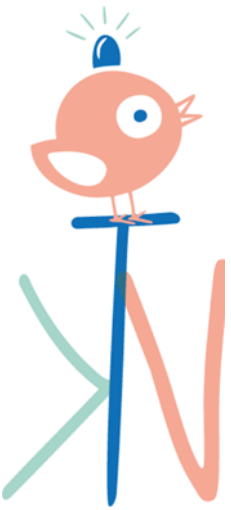
Indikation bestätigt/Material ausgewählt/Aufgaben verteilt?

Patientenvorbereitung

- ✓ Dosisberechnung und Atemwegsauswahl mit kognitiver Hilfe
- ✓ i.v./i.o. Zugang sichern und prüfen
- ✓ Monitoring: SpO₂, EKG (QRS-Ton an), NIBP, etCO₂
- ✓ Lagerung mit Kopf in Neutralposition (Schulterrolle)
- ✓ ggf. HWS-Schiene abnehmen → manuelle In-Line-Stabilisierung
- ✓ Präoxygenierung mit 100% O₂ und dichtsitzender Maske

Equipmentvorbereitung

- ✓ Medikamente: 4-Augen-Prinzip, eindeutige Spritzenbeschriftung
- ✓ **Plan A:** Endotrachealtubus, Führungsstab, (Video-) Laryngoskop
- ✓ **Plan A oder B:** Larynxmaske
- ✓ **Plan C:** Beutel-Masken-Beatmung mit Manometer (Guedel-Tubus)
- ✓ Fixierungsmaterial, Cuffdruckmesser, Stethoskop
- ✓ Beatmungsgerät checken/einstellen
- ✓ Absaugung + großer Absaugkatheter

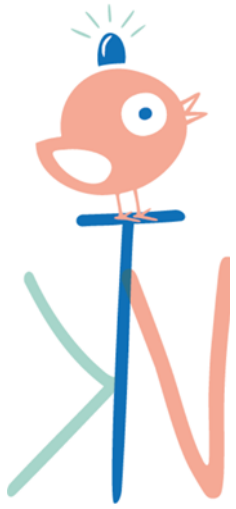


Team-Time-out 2:

Vorbereitung komplett/Ablauf und Aufgaben klar?

Narkoseeinleitung

- ▶ **Hypnotikum injizieren**
(Dosisangabe in mg und ml, wie vorab festgelegt)
- ✓ Beatmung beginnen, Spitzendruck < 20 mbar
(Magenüberblähung vermeiden)
- ▶ **Muskelrelaxans + Analgetikum injizieren**
(Dosisangabe in mg und ml, wie festgelegt)
- ✓ Effektivität der Beatmung prüfen (Thoraxexkursionen, Kapnogramm)
- ✓ ggf. Lagerung korrigieren, Doppel-C-/Esmarch-Griff,
ggf. Magen entlasten
- ✓ Relaxans-Anschlagzeit abwarten; Intubationszeitpunkt rechtzeitig
kommunizieren
- ✓ (Video-)Laryngoskopie und Intubation
(Erfolg/Probleme kommunizieren)
- ✓ **oder:** Larynxmaske einführen



Team-Time-out 3:

Atemweg und Beatmung sicher/ABCDE gecheckt/Narkoseerhalt?

Nachbereitung

- ✓ Effektivität der Beatmung prüfen,
bei Beatmungsproblemen sofort Ursache suchen:
- ✓ **D**islokation des Tubus (akzidentelle Extubation, einseitige Intubation)?
- ✓ **O**bstruktion von Tubus, Filter oder Beatmungsschläuchen?
- ✓ **P**neumothorax/pulmonale Pathologie?
- ✓ **E**quipmentversagen (Sauerstoffquelle, Beatmungsbeutel/-gerät)?
- ✓ **S**tomach = Magenüberblähung?
- ✓ Narkose + Monitoring aufrechterhalten;
Ziele: $SpO_2 \geq 94\%$ / $etCO_2 \approx 35$ mmHg
- ✓ Patientenstatus nach ABCDE-Schema reevaluieren;
Therapiehilfen sichern



**Danke für die
Aufmerksamkeit!**