

Kinderanästhesie Teil 1

Martin Jöhr

Adligenswil bei
Luzern

joehrmartin@bluewin.ch

++41 79 446 91 76



Risiken für einen Laryngospasmus

9'297 Kinder; Kohortenstudie =>
Risiko ↑ von Atemwegskomplikationen

Staff 2

Registrar 5

RR 2,35
(1,79-3,06)

Laryngospasmus

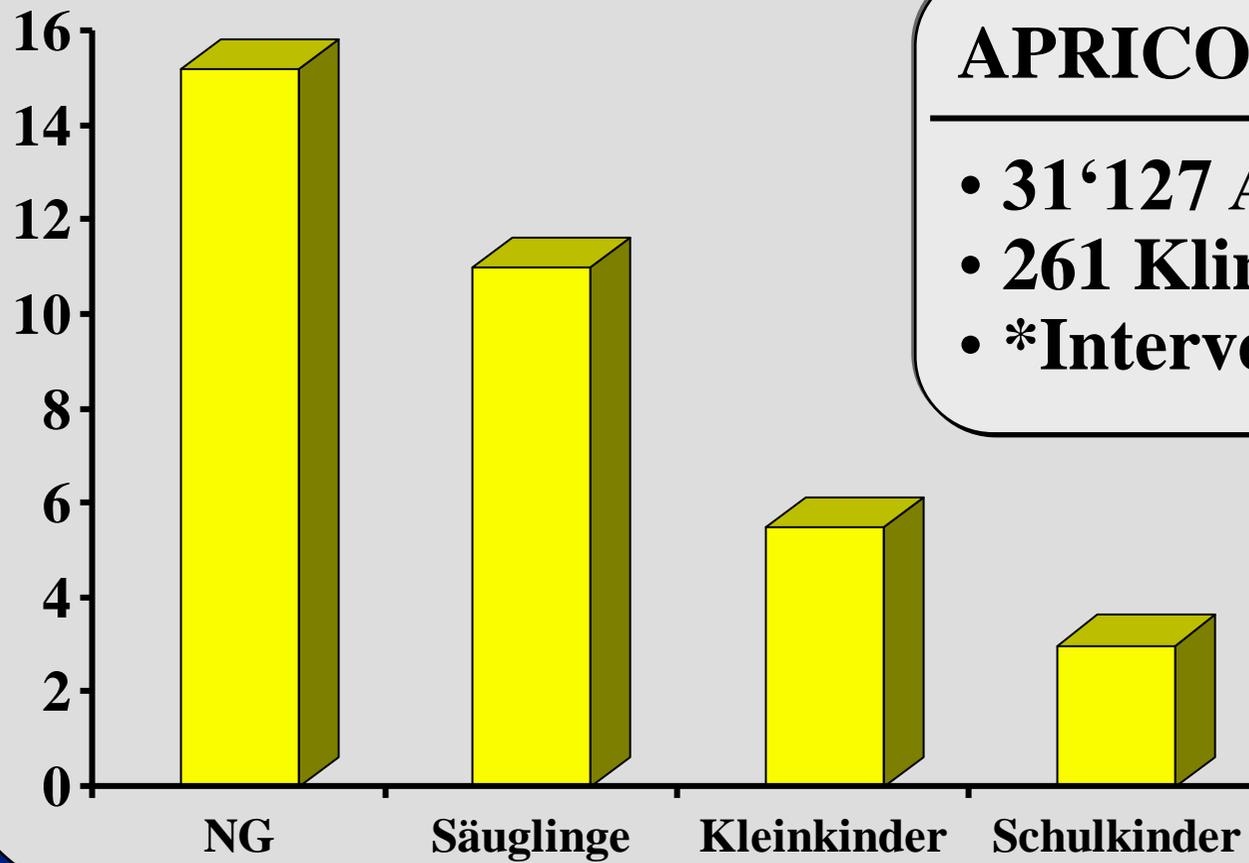
Alter p < 0,0001



Von Ungern-Sternberg BS et al. Lancet (2010) 376: 772-83

Kleine Kinder - große Probleme

% severe critical events*



APRICOT-Studie

- 31'127 Anästhesien
- 261 Kliniken
- *Intervention notwendig



Habre W et al. Lancet Resp Med (2017) 5: 412-25

Kleine Kinder - große Probleme

„Beneficial effects“

Jahre **Erfahrung** des
„most senior anaesthesia
team member“

APRICOT-Studie

- 31‘127 Anästhesien
- 261 Kliniken
- *Intervention notwendig



... analysis suggests that children younger than **3-3.5** years should be managed by tertiary care providers or by anaesthesiologists with specific paediatric training ...

Kleine Kinder - große Probleme

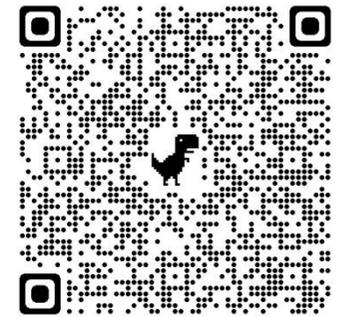
Man muss es können

Individuelle Kompetenz

- Wissen
- Fertigkeiten
- Verhalten

Institutionelle Kompetenz

- Struktur
- Ausrüstung
- Standards



verantwortlicher Leiter *

Kinderrufdienst für Kinder < 2-3 Jahre

**Swiss Paediatric Anaesthesia Project 2030*

Hohn A, Trieschmann U et al. Eur J Anaesthesiol (2019) 36: 55-63





Kindgerechtes Vorgehen

Das Vorgehen muss dem Kind angepasst werden!

Die Ängste des Kindes

- < 6 M => keine
- 6 M - 6 J => Trennung
- Schulkinder => Medizin
- Adoleszente => Privatsphäre

Größenverhältnisse und Proportionen

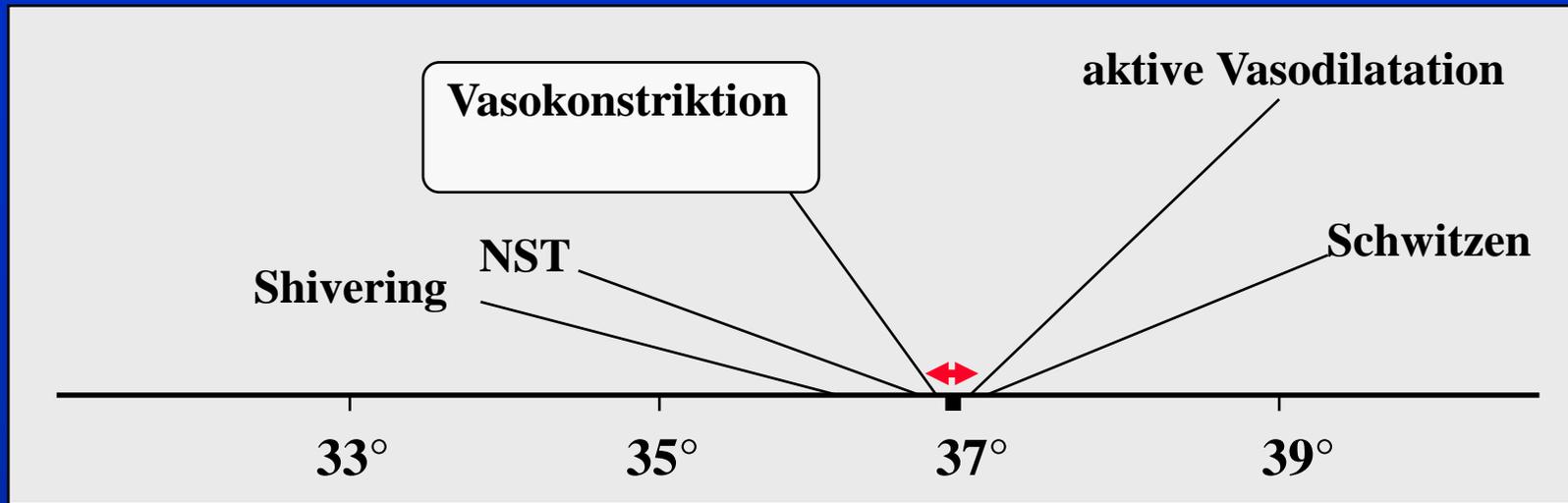
Alter	kg	cm	m²
NG	3	52	0,2
2 Jahre	12	85	0,5
5 Jahre	18	110	0,7
9 Jahre	30	130	1,0
Erwachsene	70	170	1,73

Geburtsgewicht

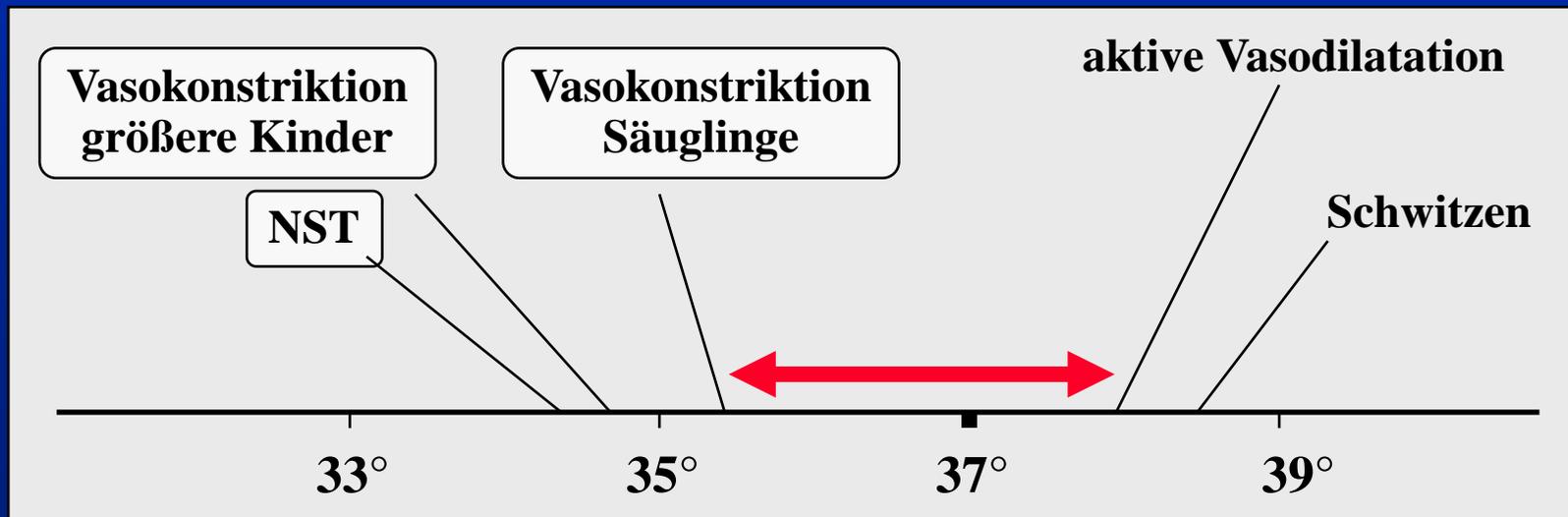
5 M verdoppelt, 1 J verdreifacht, 2 J vervierfacht

Schätzung des Körpergewichts: $kg KG = (Alter M + 9) / 2$

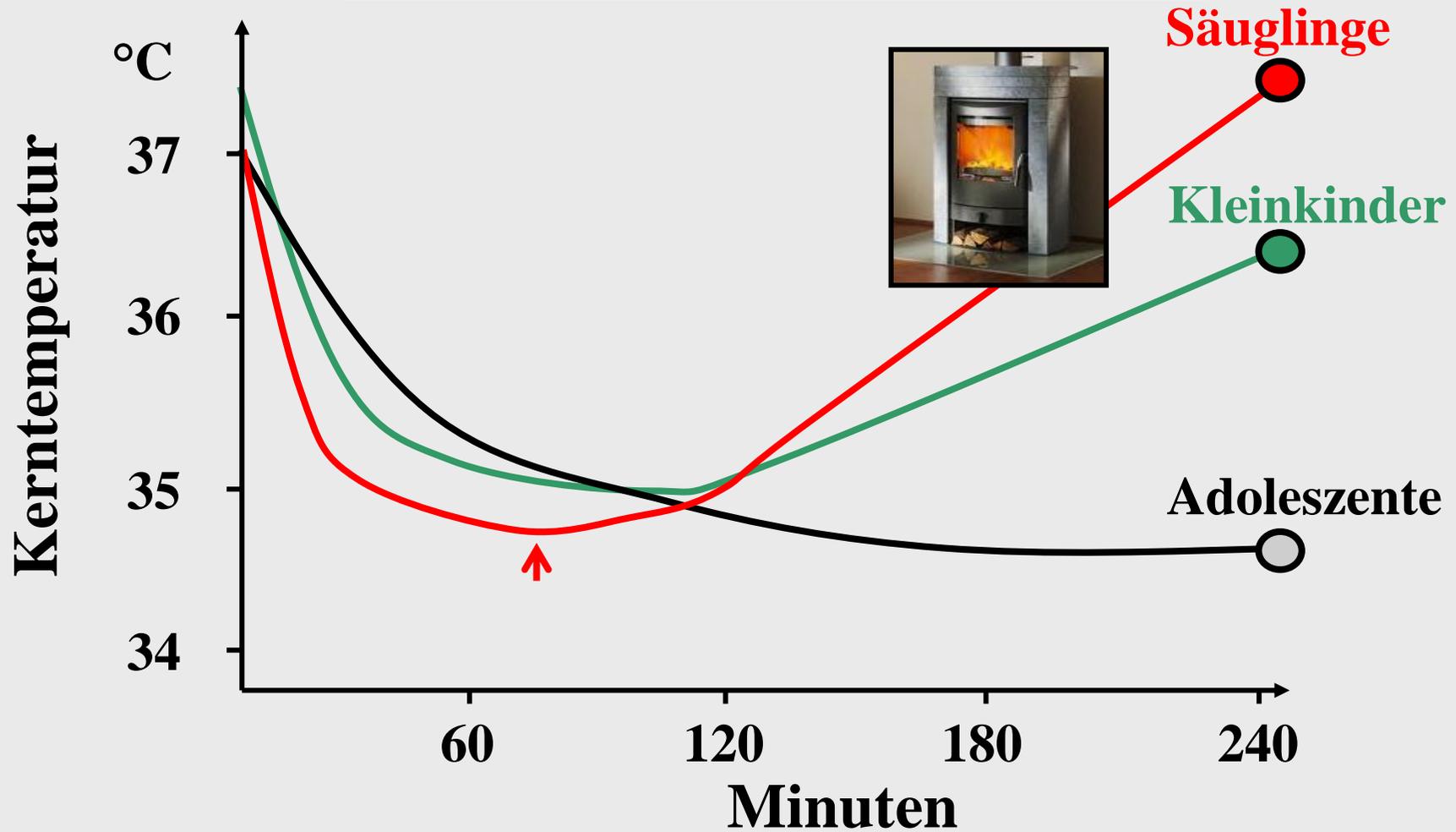
wach



Narkose



- Umverteilung
- Verluste > Produktion
- maximale Vasokonstriktion



- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**

Atemwegskomplikationen sind häufig

„real world data“
Bielefeld



4 x schwieriger Atemweg

2 x Tubusobstruktion

1 x Tubus „verloren“

22‘650 Anästhesien

11 Jahre (Jan 2008-Dez 2018)

18 Herzstillstände (8/17 verstorben)

15 Neugeborene und Säuglinge

9 x anästhesiebedingt (4 pro 10‘000)

7 x Atemweg (3 pro 10‘000)

Anatomische Besonderheiten

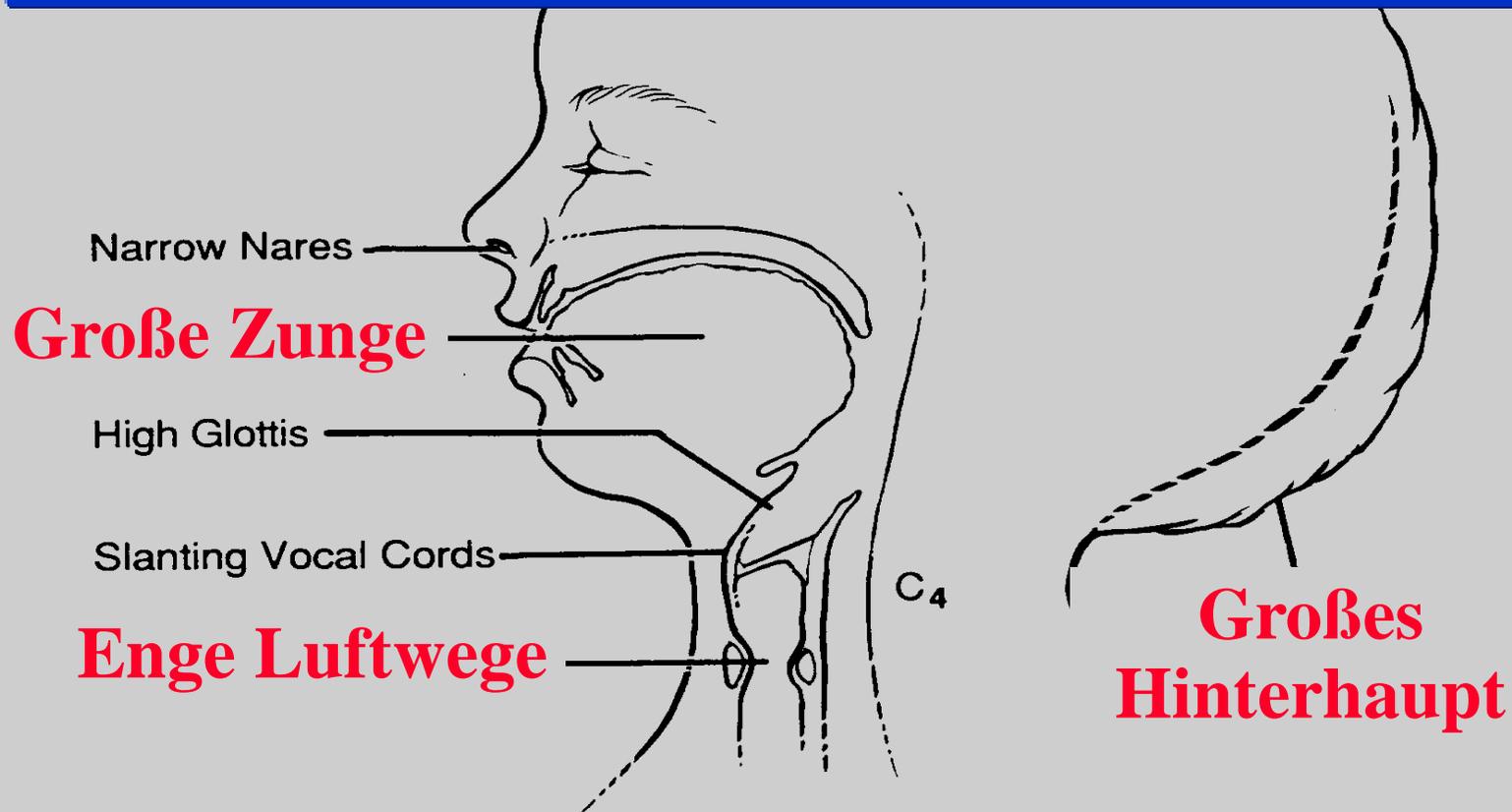


Bild aus Berry FA: Anesthetic management of difficult and routine pediatric patients. 2nd ed. 1990

Anatomische Besonderheiten



Kinder haben enge Luftwege

Neugeborenes

Größeres Kind

Trachea

4 mm

8 mm

Querschnitt

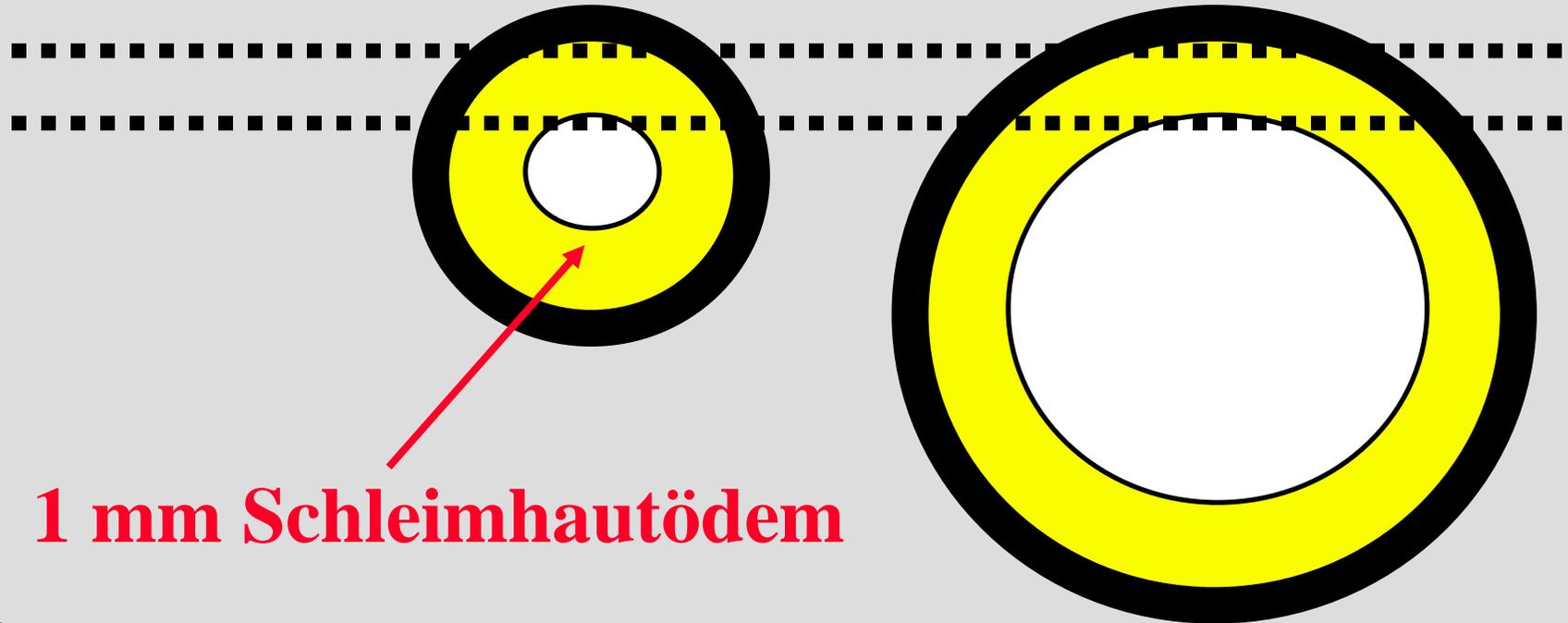
75%

44%

Widerstand

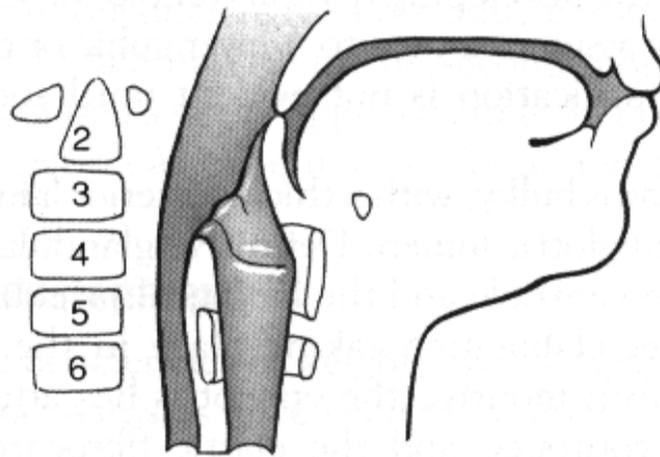
16 x

3 x

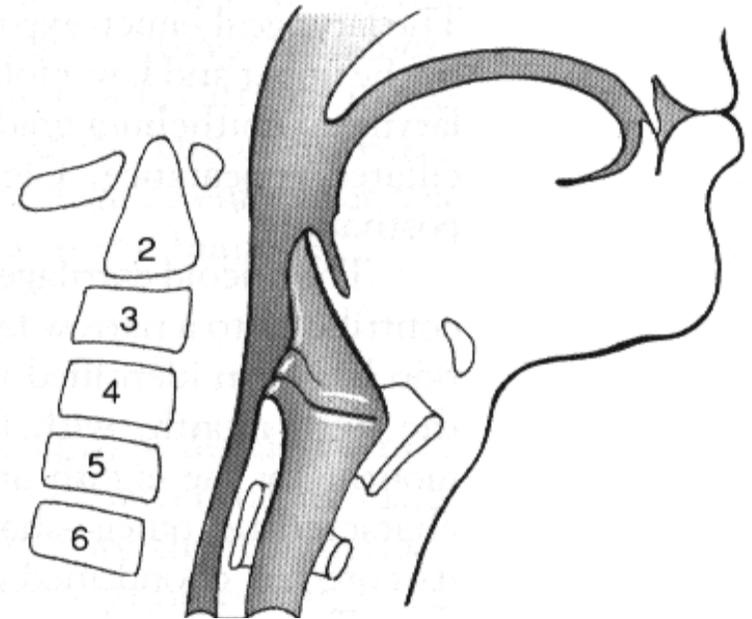


Kleine Kinder mehr Probleme

- Keine Zähne
- Normale HWS
- Normale Kiefergelenke



Neugeborene



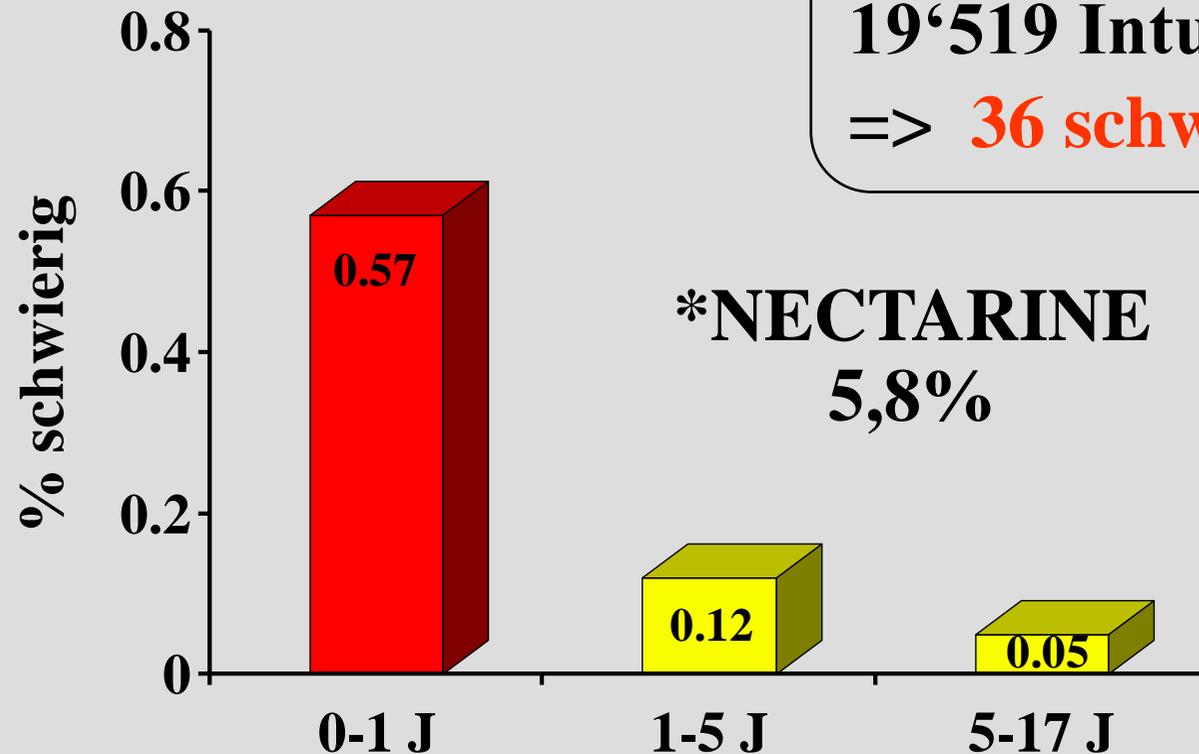
Erwachsene

Myer CM III et al. JB Lippincott Company (1995)

Erlernen der Intubation

8 Jahre; Dresden

19'519 Intubationen bei Kindern
=> **36 schwierige Intubationen**



- kleiner
- ungewohnt
- der Faktor Zeit

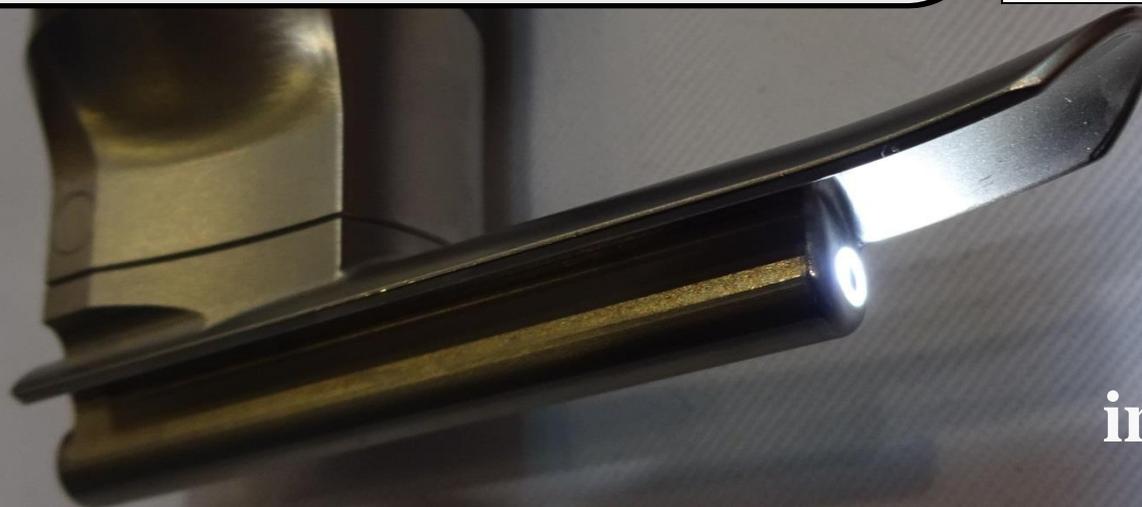
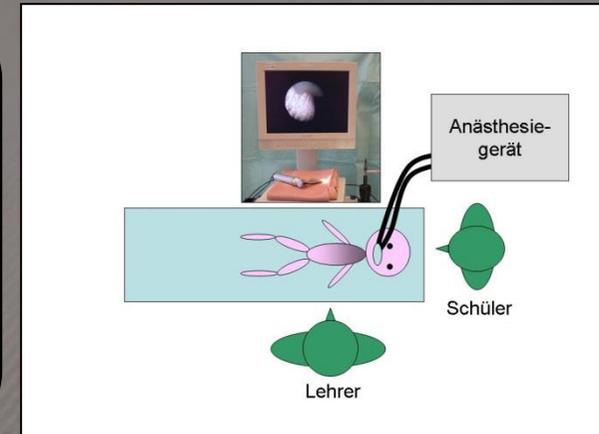
Schmidt J, Koch T Anesthesiology (2008) 109: A1244

**Disma N et al. Br J Anaesth (2021) 126: 1173-82*

Erlernen der Intubation

Optimale Anleitung, Videolaryngoskopie

- Der Schüler intubiert konventionell
- Der Lehrer verfolgt es auf dem Monitor, er kontrolliert und leitet an



85 von 85
im 1. Versuch

Weiss M et al. Paediatr Anaesth (2001) 11: 343-8



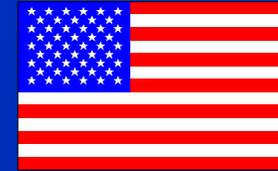
7 Wochen
5.6 kg

Erlernen der Intubation

654 Säuglinge (< 12 M), RCT
mit normalem Atemweg

234 Anästhesisten

88 % inhalativ, 95 % relaxiert



und Perth WA

	Video LS	Direkte LS	
erster Versuch	93 %	88 %	p < 0,05
ösophageal	1x	7x	p < 0,05
> 1 Minute	15 %	10 %	

Videolaryngoskopie => bessere Sicht (*use VLS!)

Garcia-Marcinkiewicz AG et al. Lancet (2020) 306: 1905-23

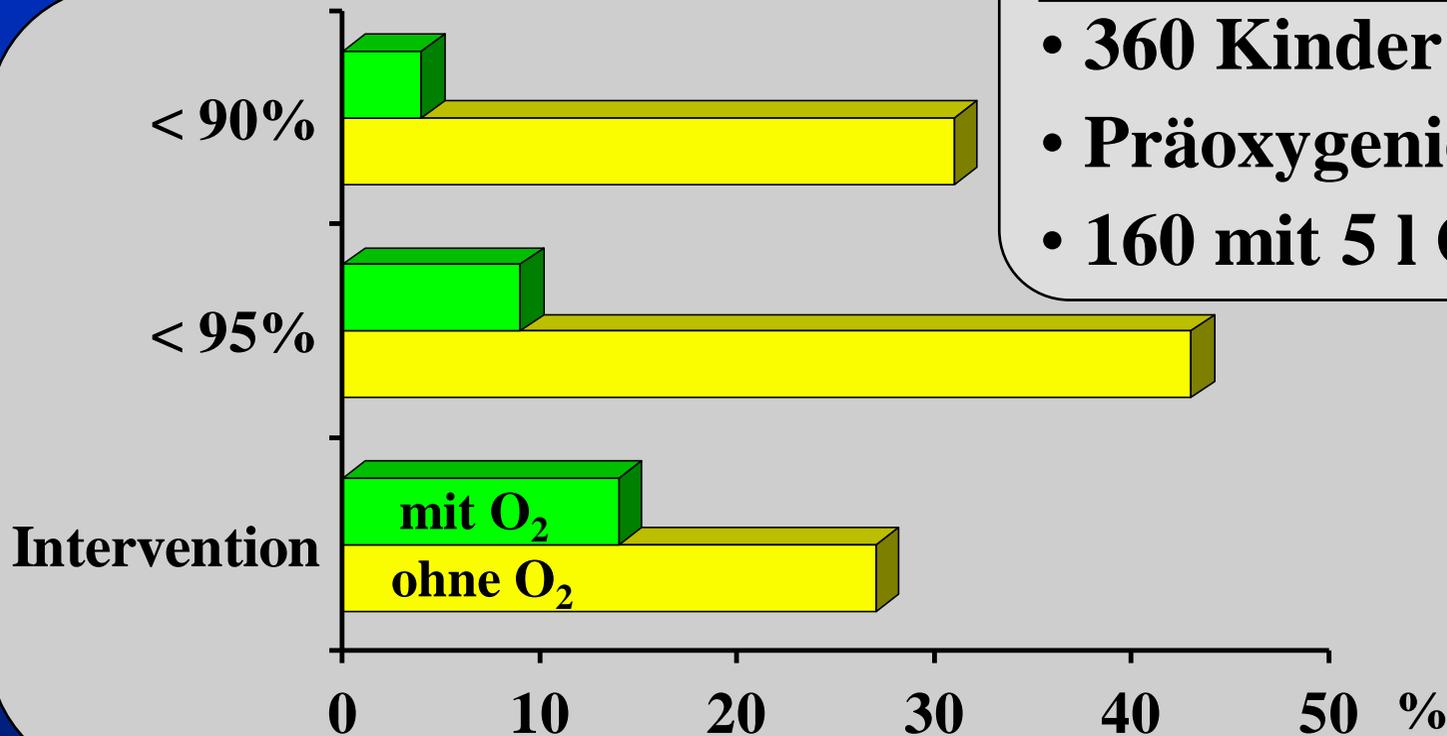
**Disma N et al. (editorial) Eur J Anaesthesiol (2021) 38: 1109-10*

Erlernen der Intubation

Sauerstoff nasal => erheblich mehr Zeit!

Intubation durch Lernende

- 360 Kinder < 8 Jahre
- Präoxygenierung
- 160 mit 5 l O₂ nasal, 200 ohne



Zeit bis < 95%
127 => 202
Sekunden

Gecuffte Tuben => weniger Wechsel

Sumner
Jöhr

Doyle

Coté

Motoyama

Brown

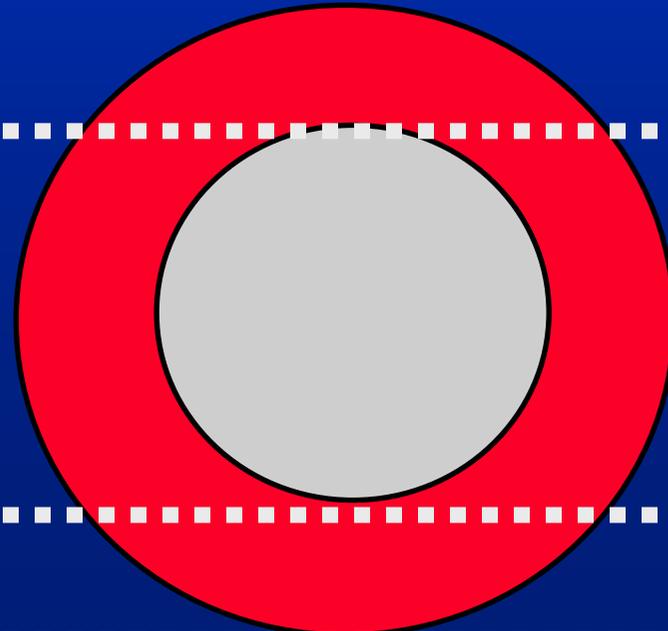
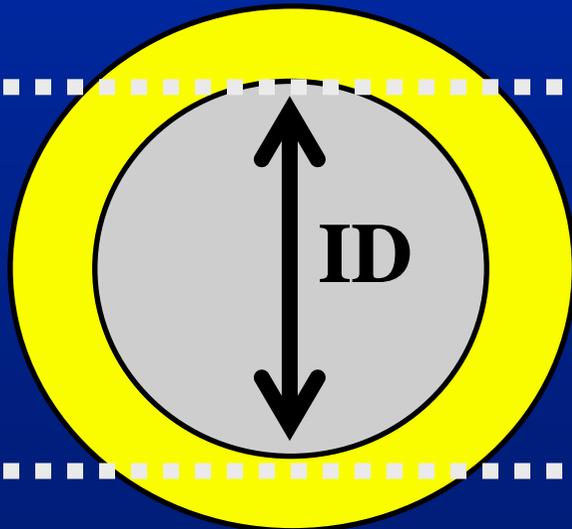
Frei

Kretz

Steward

4,5 + Alter/4

4,0 + Alter/4



Gecuffte Tuben => weniger Wechsel



moderne für Kinder geeignete Tuben



Gecuffte Tuben => weniger Wechsel



ohne Cuff

4.7



mit Cuff

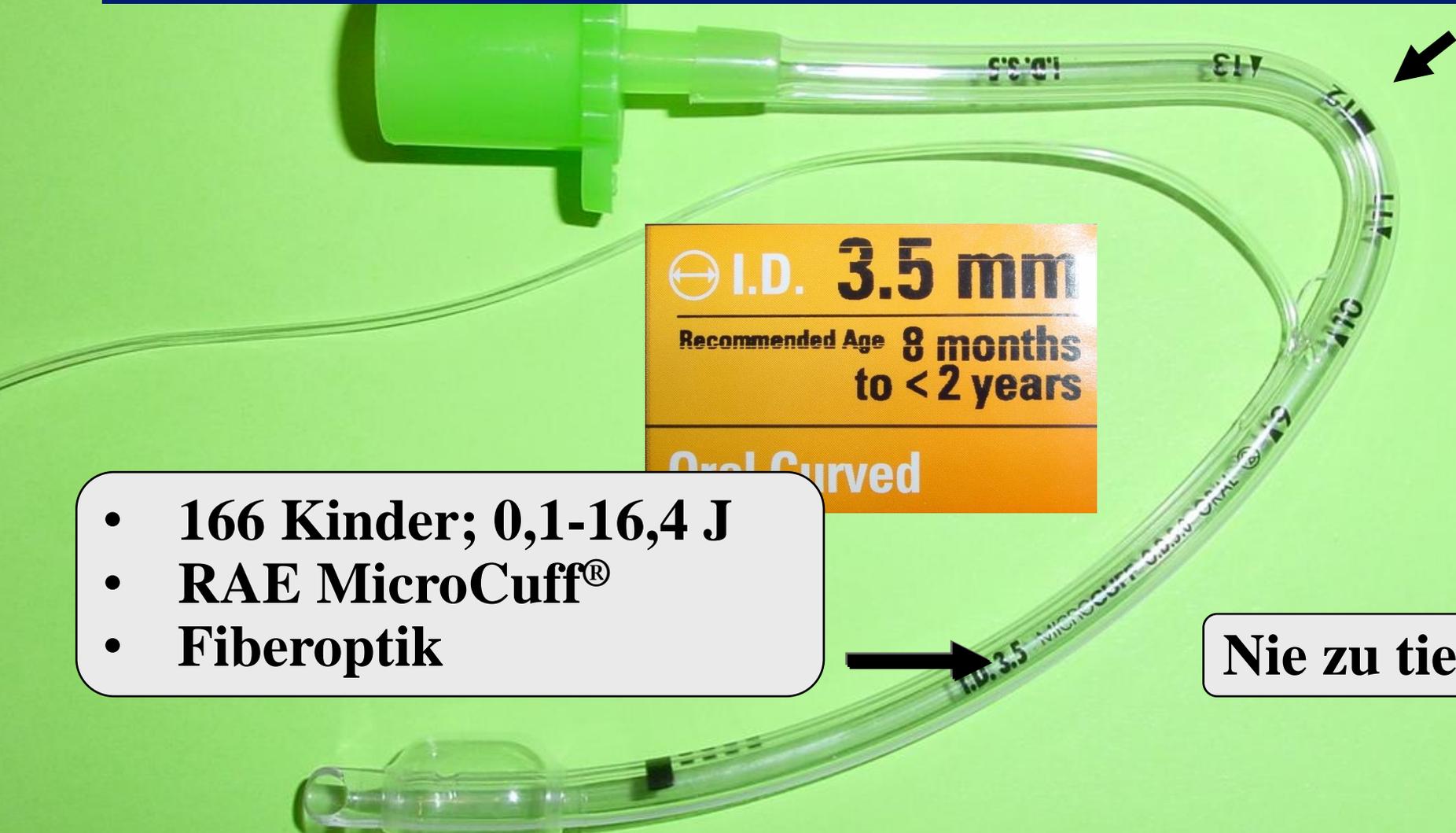
4.4



- Multizenterstudie
- NG bis 5 Jahre
- 2'246 Kinder

*Tubuswechsel
2,1% vs 30,8%*

Gecuffte Tuben => weniger Wechsel



- 166 Kinder; 0,1-16,4 J
- RAE MicroCuff®
- Fiberoptik

Nie zu tief

Alter	Tubusgröße ohne Cuff	Tubusgröße mit Cuff	Einführtiefe oral (ab Zahnleiste)
Frühgeborene < 600g	2,0-2,5		
Frühgeborene 1 kg	2,5		7 cm
Frühgeborene 2 kg	2,5-3,0		8 cm
Neugeborene 3 kg	3,5		9 cm
3 kg bis 4 M	3,5	3,0 mit Cuff	10 cm
4 M bis 8 M	4,0	3,0 mit Cuff	11-12 cm
8 M bis <2 J	4,5 (1 J)	3,5 mit Cuff	12-13 cm
2 J bis <4 J	5,0 (2 J)	4,0 mit Cuff	13-14 cm
4 J bis <6 J	<div style="border: 1px solid red; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> 3,5 + Alter/4 </div>	4,5 mit Cuff	14-15 cm
6 J bis <8 J		5,0 mit Cuff	15-16 cm
8 J bis <10 J		5,5 mit Cuff	16-17 cm
10 J bis <12 J		6,0 mit Cuff	18-19 cm

Gecuffte Tuben => weniger Wechsel

- **NG und kleine Säuglinge** => **ohne Cuff**
- **4 M - 1 Jahr** **Expertenentscheid**
- **≥ 8 Monate** => **mit Cuff**

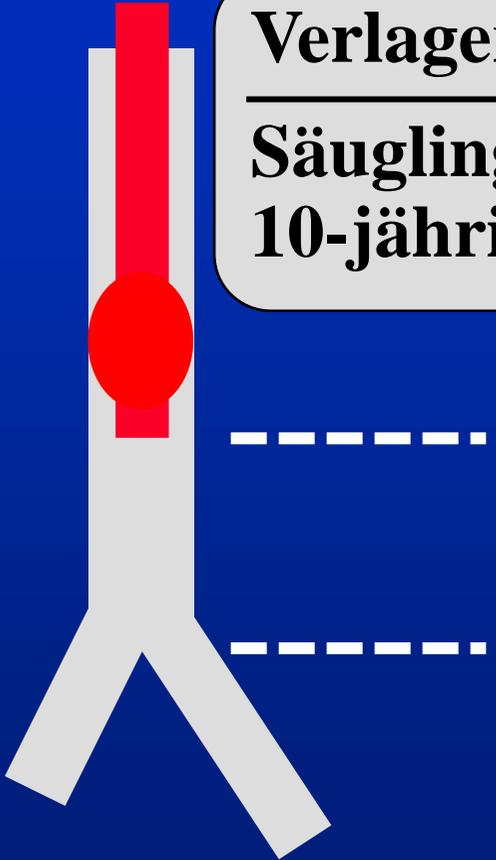
Mönch Eiger Jungfrau



Die Einführtiefe muss stimmen

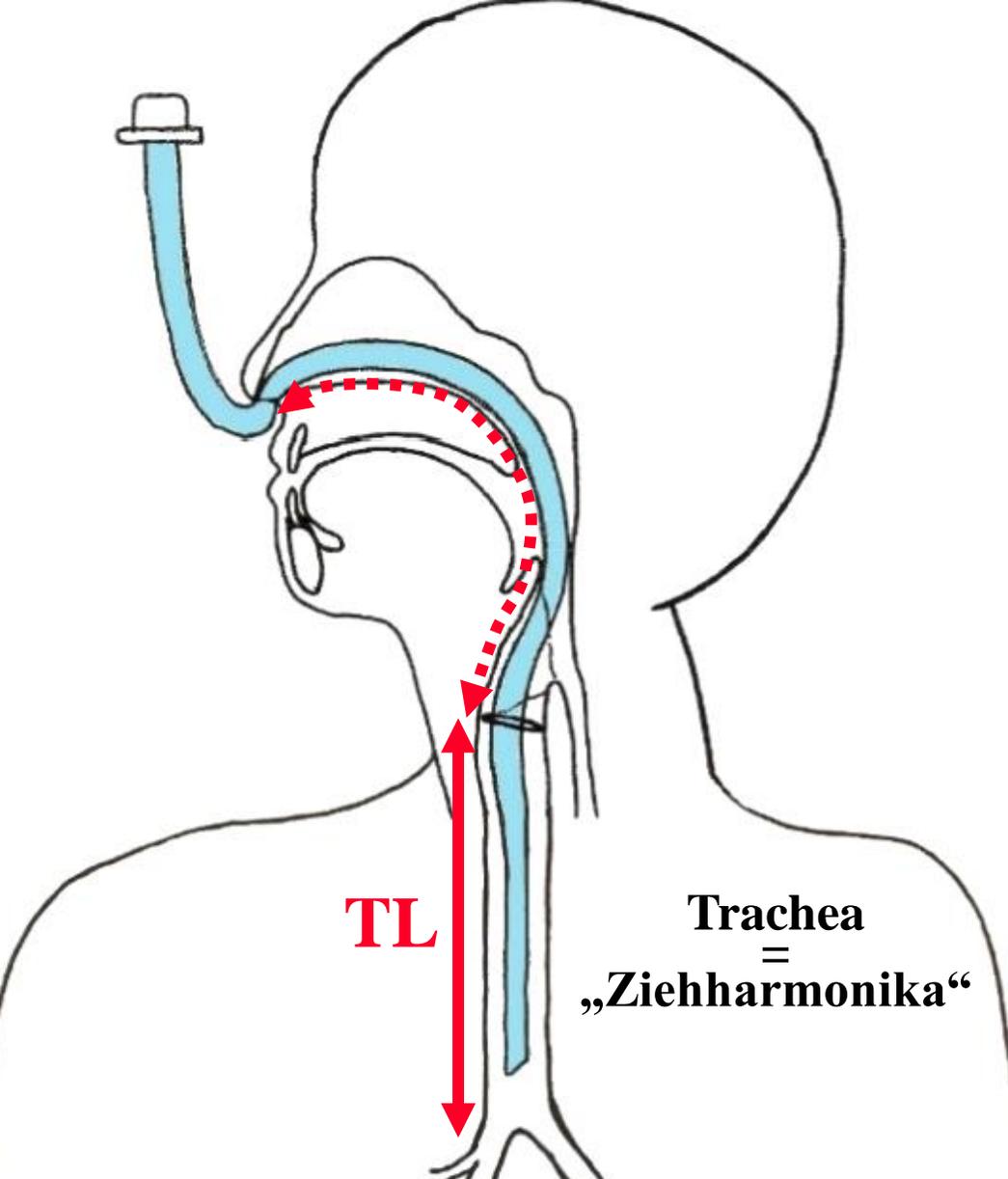
Verlagerung bei Inklinatation und Reklination

Säuglinge	± 1 cm
10-jährig	± 2 cm



Neugeborene	2 cm
5-jährig	3 cm
Erwachsene	4 cm

Weiss M et al. Br J Anaesth (2006) 96: 486-91



Einfluss der Lagerung

- 80 Kinder
- Fiberoptik



- zu tiefe Intubation
- ungewollte Extubation

Längenveränderung vor allem Trachea (3x mehr als Nase-Glottis)
Yamanaka H et al. Acta Anaesthesiol Scand (2018) 62: 1383-88

Einführtiefe muss stimmen

Frauen 20-21 cm Männer 22-23 cm

6 cm + 1 cm/kg

1 kg **7 cm** - 2 kg **8 cm** - 3 kg **9 cm**

12 cm + 1/2 cm pro Jahr

Nasal + 20%

1. Wissen
2. Schauen
3. Tasten

Sitzwohl C et al. BMJ (2010) 341:c5943



**Cricoiddruck
mit Kleinfinger**



Lidhaken bei der Intubation



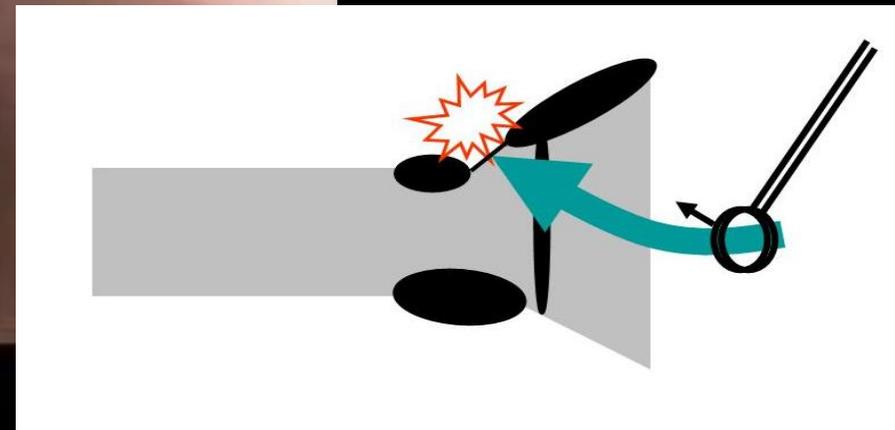
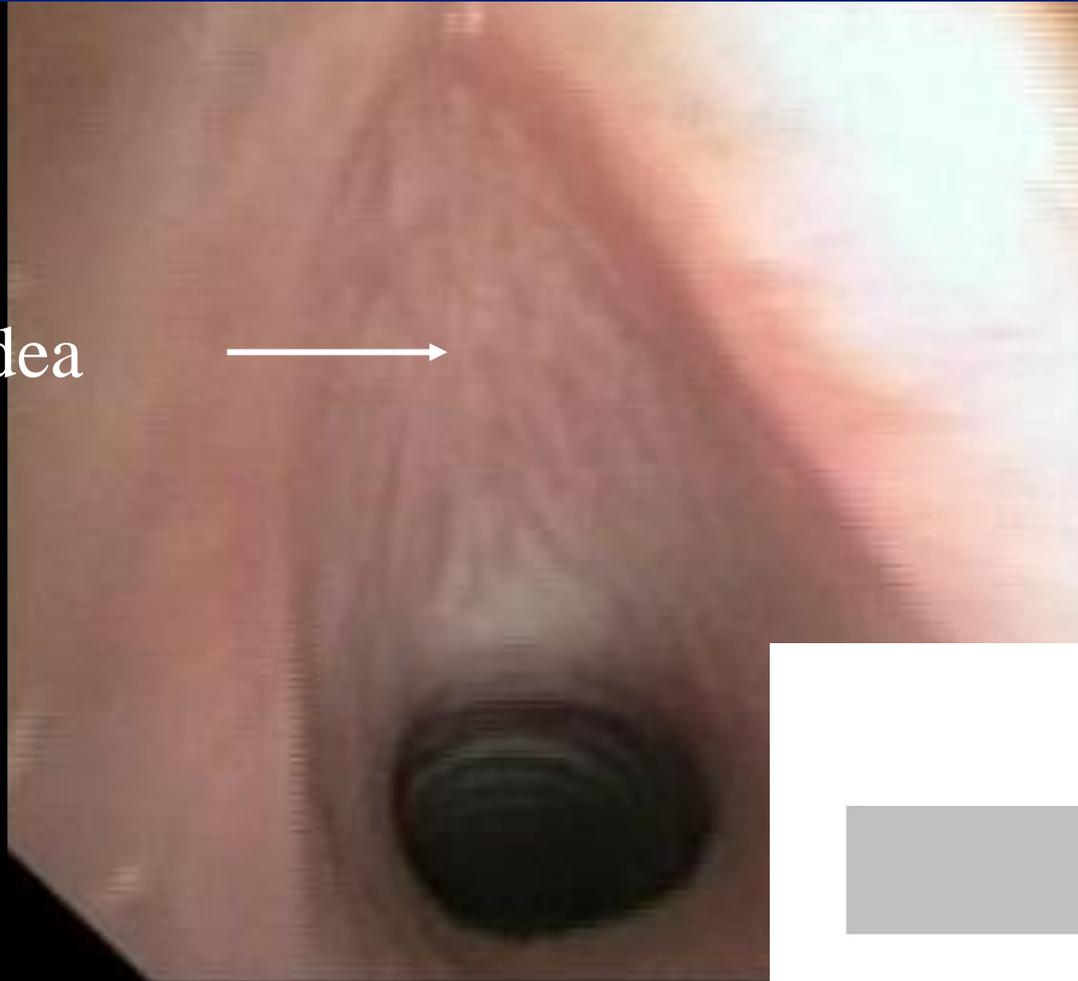
Seit 2016

Angeregt durch Jörg Schimpf aus Augsburg

Jöhr M: Grundlagen der Kinderanästhesie. A&I (2017) 58: 138-52

Sorgfältig und atraumatisch

Membrana
cricothyroidea

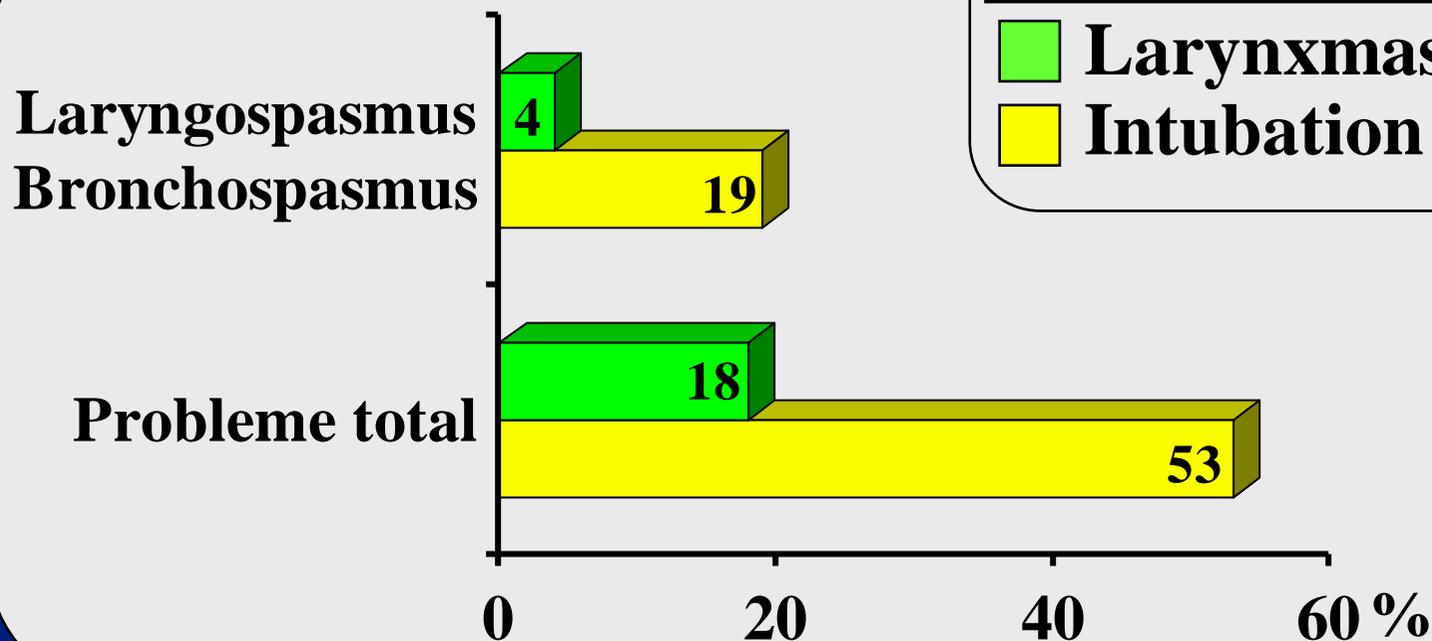


Larynxmaske ist von Vorteil

LMA => 3x weniger Probleme!

RCT Kinder < 1 Jahr
1/3 in den letzten 2 W erkältet

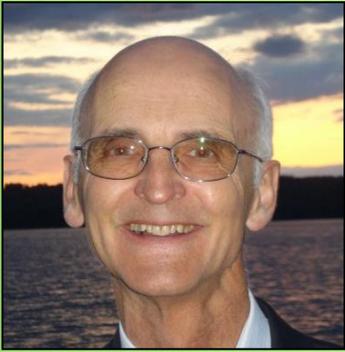
Larynxmaske (n = 85)
Intubation (n = 95)



Perth

Drake-Brockmann T et al. Lancet (2017) 389: 701-8

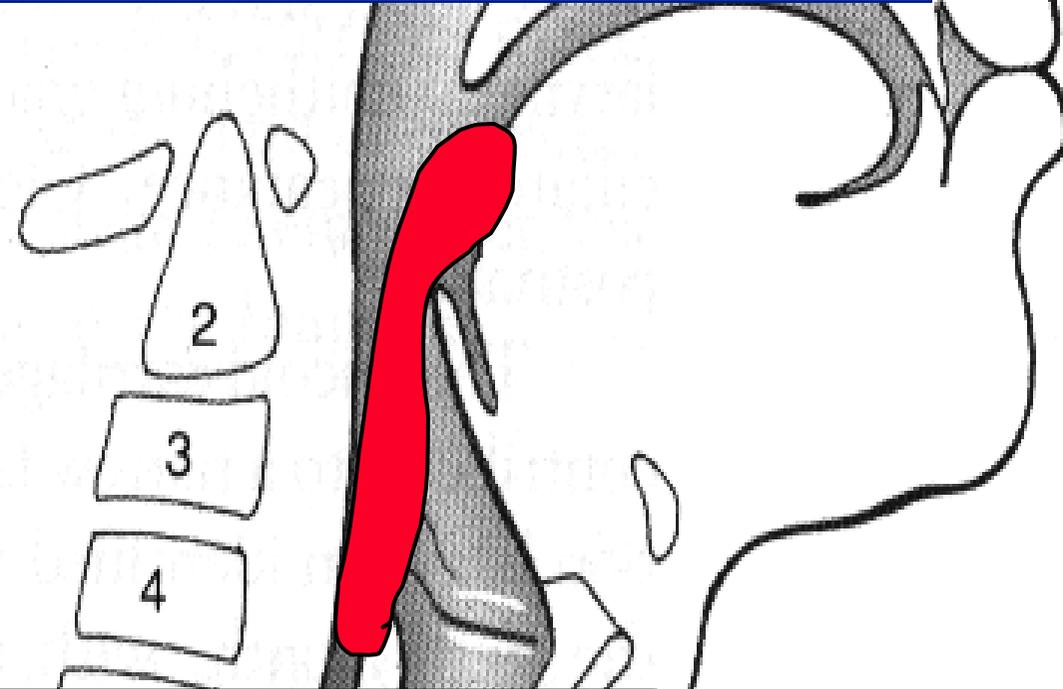
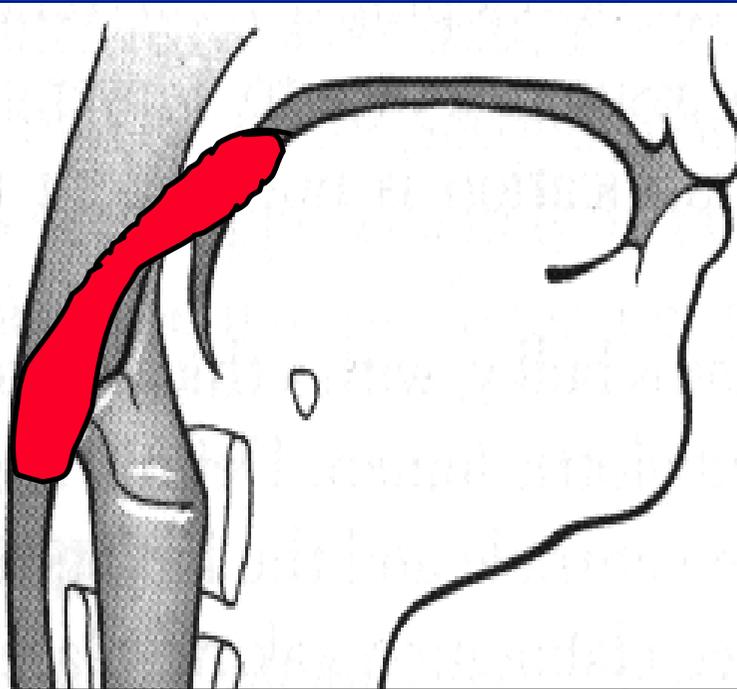
Larynxmaske ist von Vorteil



- **L-Form**
- **Zweite Generation**



Kleine Kinder - mehr Probleme

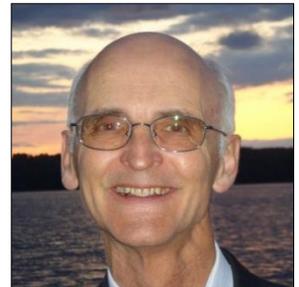


< 10 kg => keine LMA für invasive Chirurgie fern vom Kopf oder bei Bauch- oder Seitenlage

Neugeborene

Myer CM III et al. JB Lippincott Company (1995)

Erwachsene



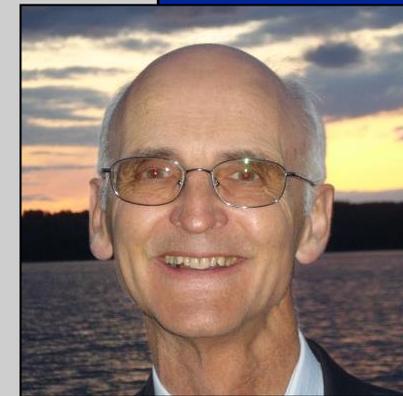
Handicaps des Säuglings



Metabolismus

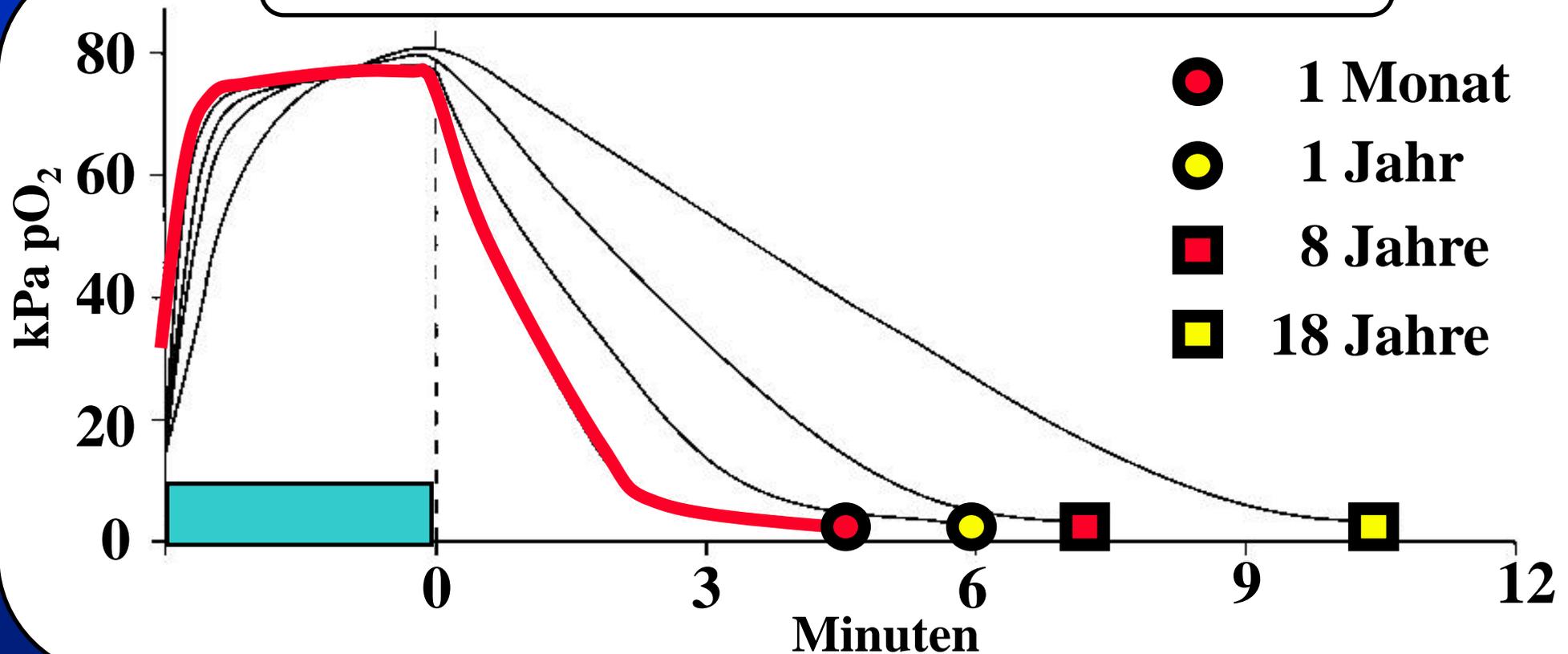
- Sauerstoffverbrauch groß
 $\dot{V}O_2 = 10 \times \text{KG}^{3/4}$
- FRC klein
- große Closing Capacity

Alter



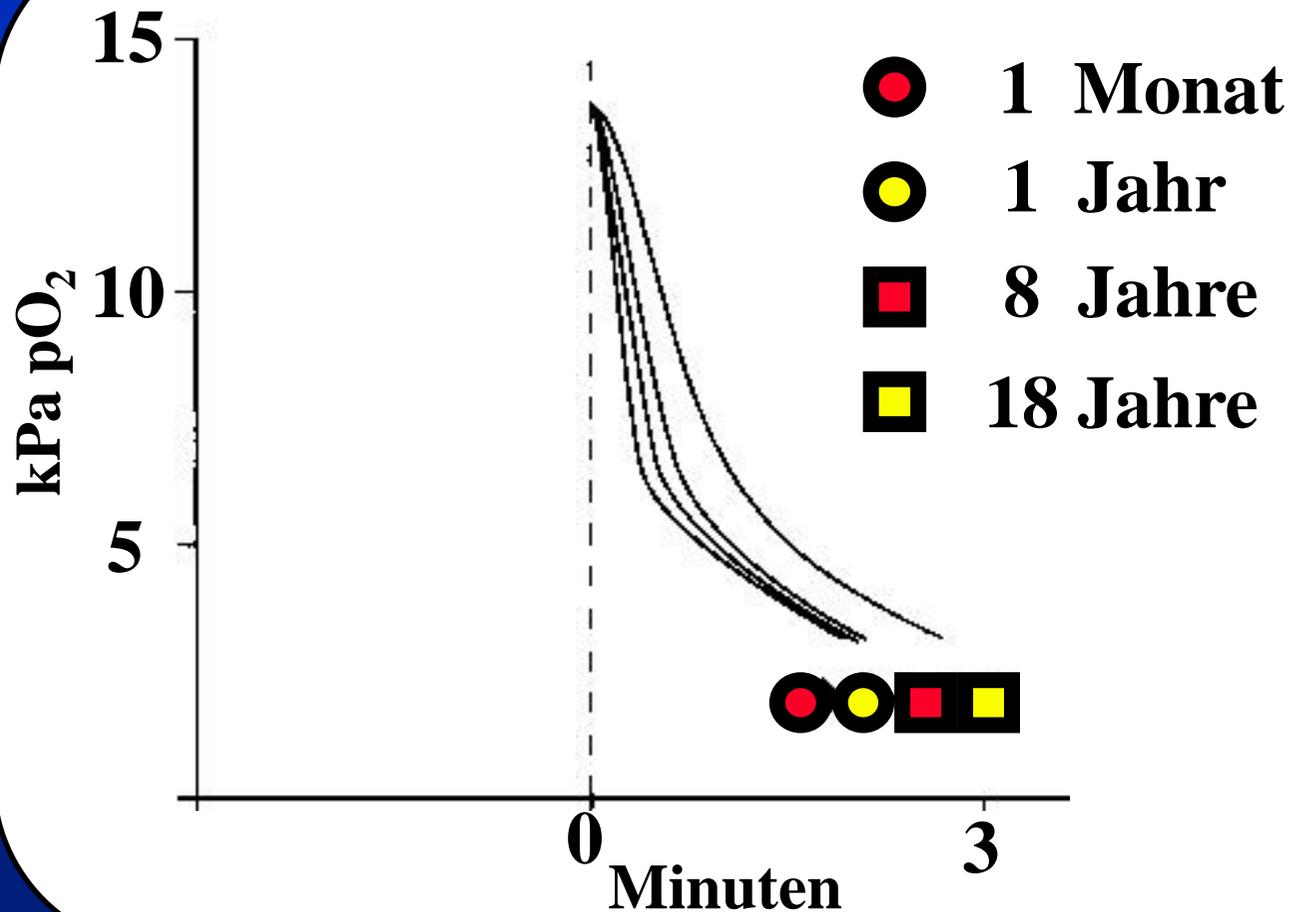
Die Apnoetoleranz ist kurz!

"Nottingham Physiology Simulator"



Hardman JG et al. Br J Anaesth (2006) 97: 564-70

Die Apnoetoleranz ist kurz!



Sättigung sinkt

1 Monat **6,6** sec
18 Jahre 32 sec

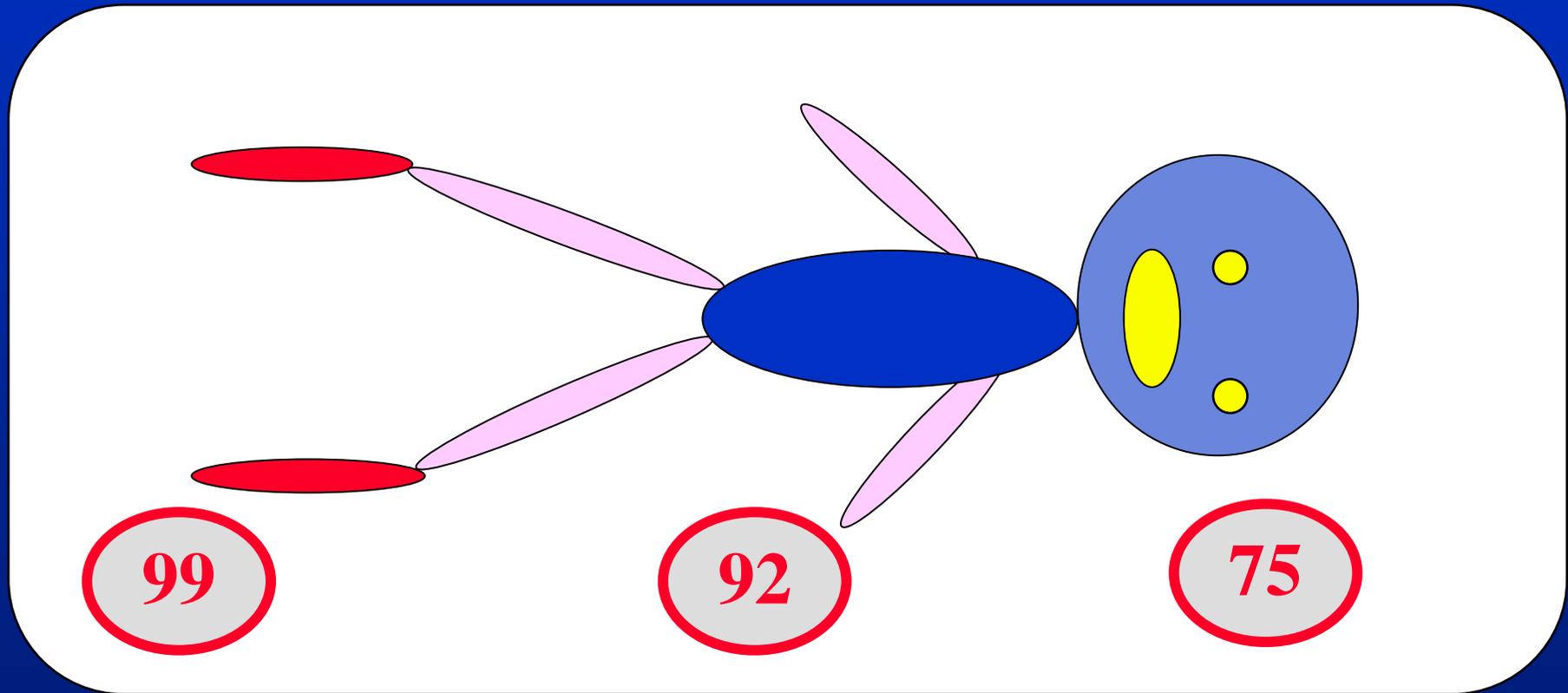
Hardman JG et al.

Br J Anaesth

(2006) 97: 564-70

Eingreifen bevor die Sättigung fällt

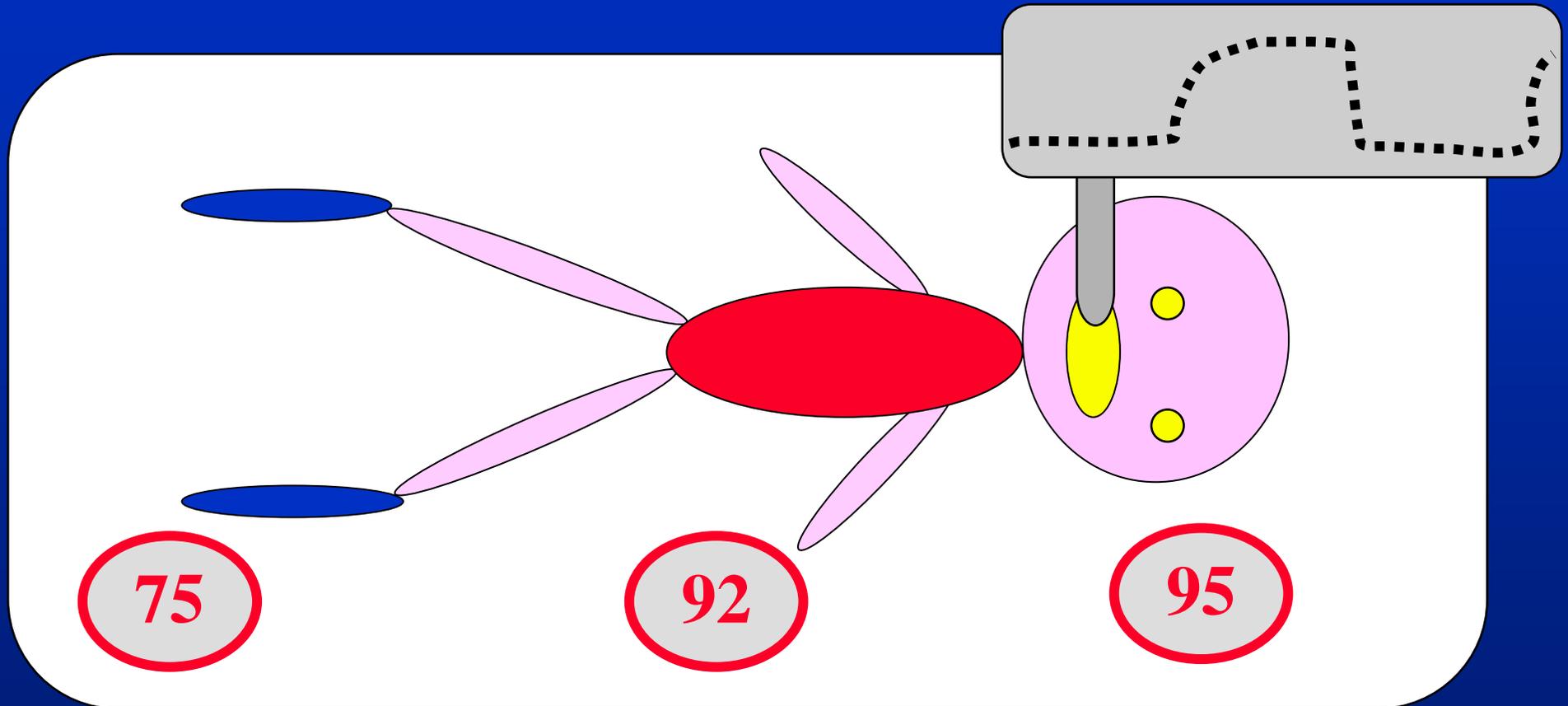
Ständiger Blick auf den Patienten – wie der Fahrer auf die Straße



Jöhr M. Kinderanästhesie 10. Auflage (2023)

Eingreifen bevor die Sättigung fällt

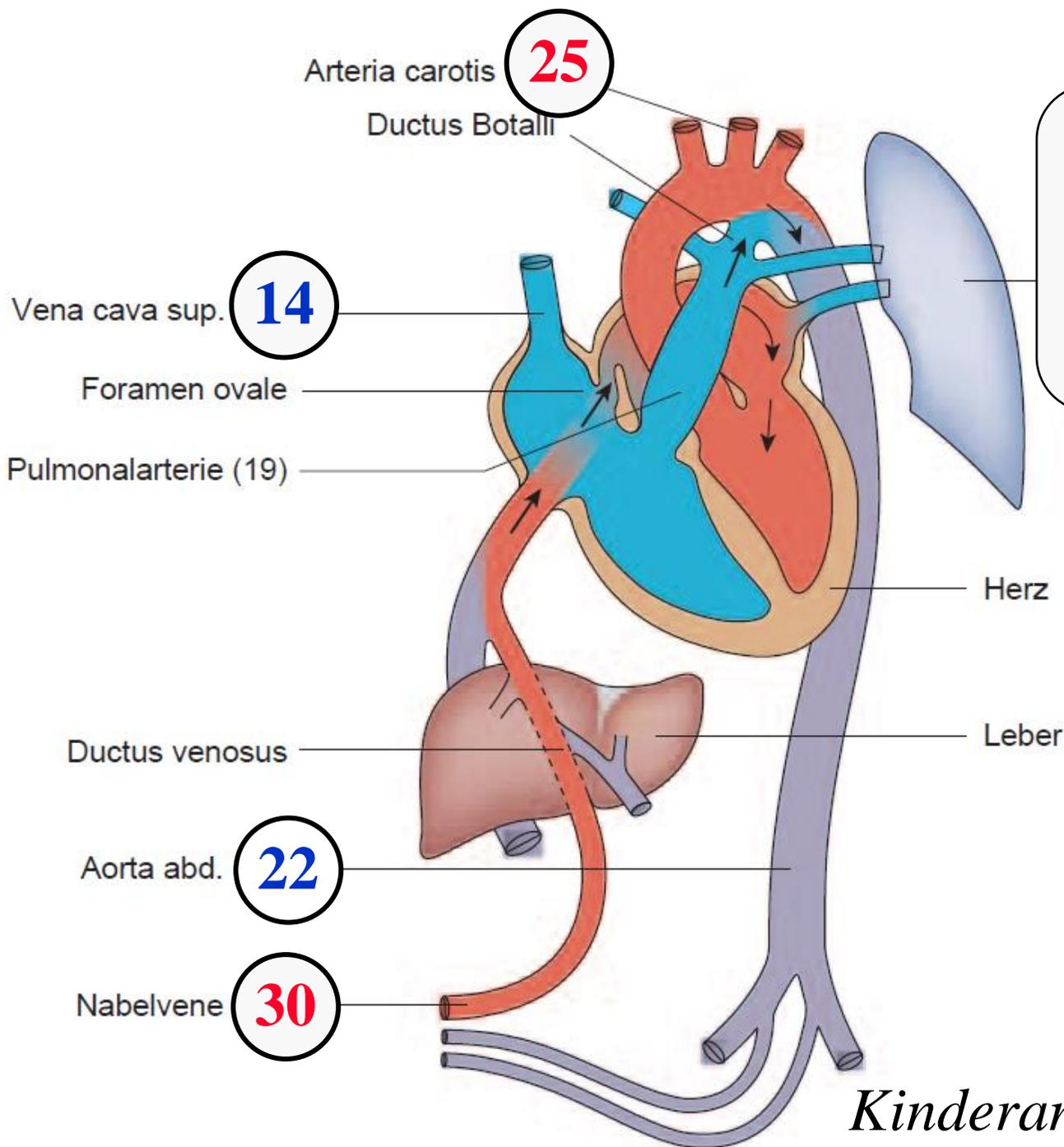
Ständiger Blick auf den Patienten – wie der Fahrer auf die Straße



Jöhr M. Kinderanästhesie 10. Auflage (2023)

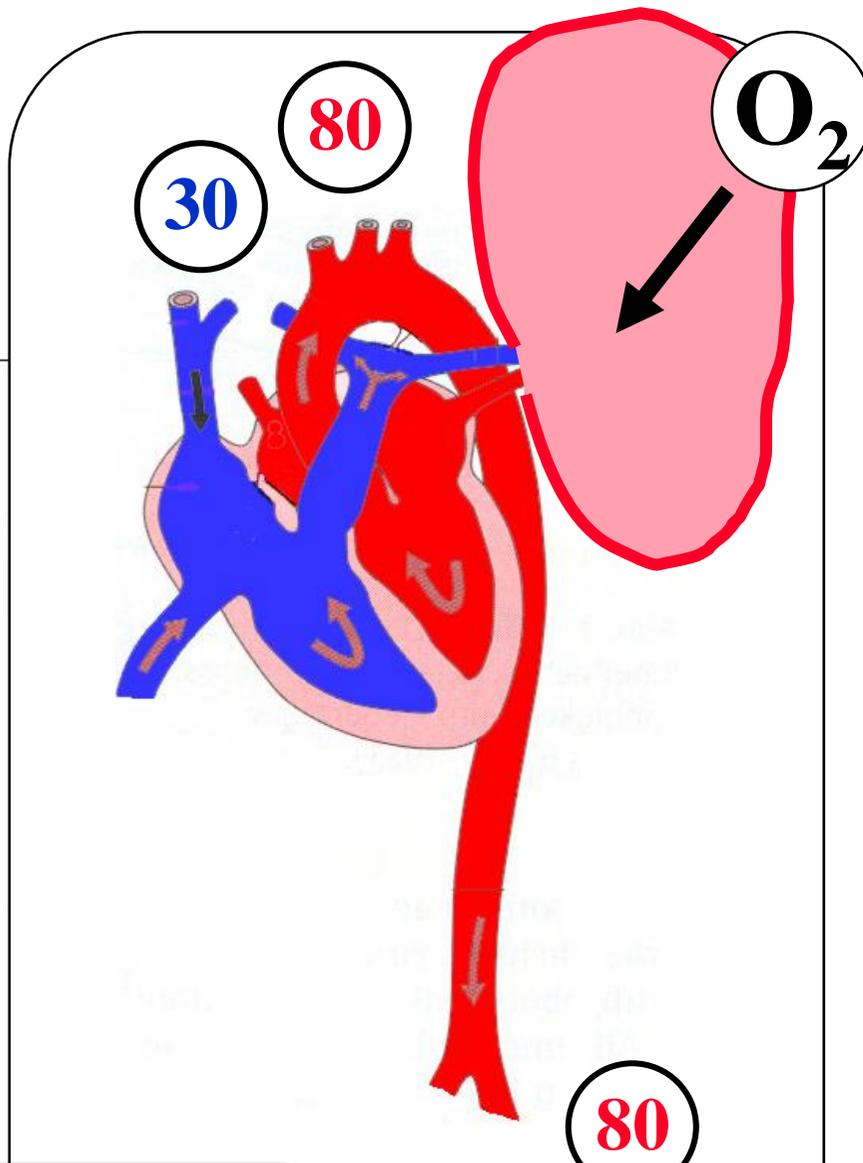
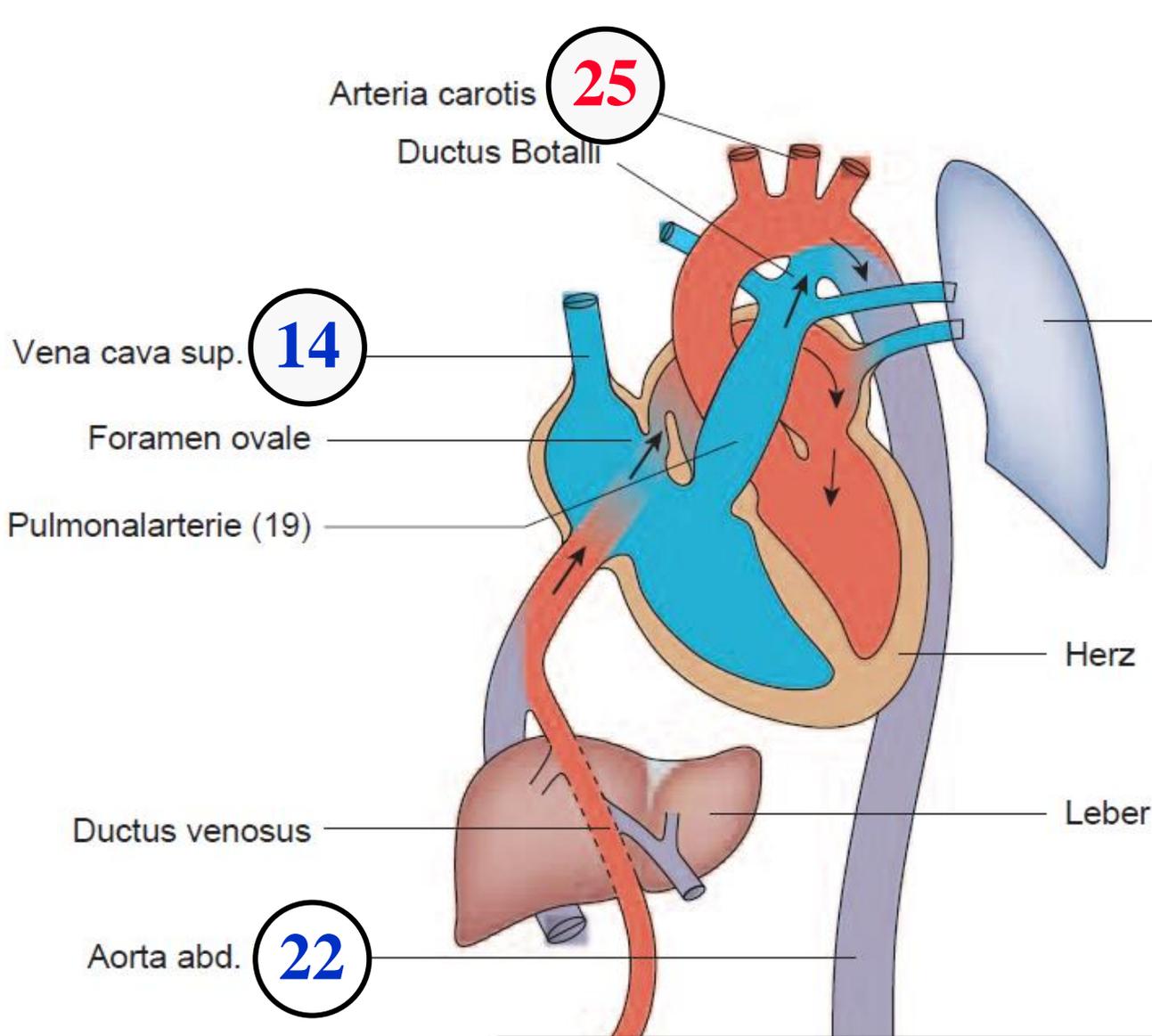
- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**



- **Blutfluss 5% => 100%**
- **Verschluss von**
 - **Foramen ovale**
 - **Ductus Botalli**

Jöhr M.
Kinderanästhesie 10. Auflage (2023)



Minuten	1	3	5	10
Sättigung	60	70	80	90

Herz und Kreislauf

- **Fetaler Kreislauf**
- **Bedarf des Körpers konstant**
 - Schlagvolumen konstant (?)
 - weniger kontraktile Elemente
 - geringere Compliance
- **Ab ca. 5 Jahren Verhältnisse wie beim Erwachsenen**
- **Normale Koronararterien und gesundes Myokard**
- **Selten maligne Rhythmusstörungen**

"... ein Kinderherz flimmert nicht ..."

REVIEW ARTICLE

Beyond survival; influences of blood pressure, cerebral perfusion and anesthesia on neurodevelopment

Mary Ellen McCann¹ & Anton N.J. Schouten²

1 Department of Anesthesiology, Perioperative and Pain Medicine, Boston Children's Hospital and Harvard Medical School, Boston, MA, USA

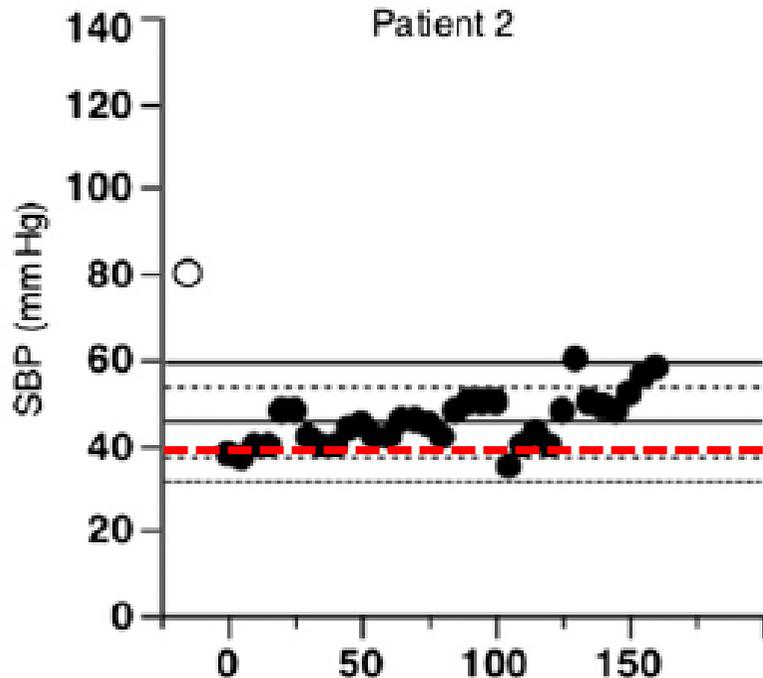
2 Department of Anesthesiology, Intensive care and Emergency Medicine, University Medical Center, Utrecht, The Netherlands

Paediatr Anaesth (2014) 24: 68-73

Ziel ist eine optimale Perfusion

- **Vermeiden von Hypokapnie**
 - **Ausreichender Blutdruck**
- 

Blutdruck und Perfusion



6 Kinder, 4 Zentren

42-47 Wochen pm; 2,5-4,8 kg

Anästhesiedauer 120-180 min

< 25 h postoperativ Krämpfe

**=> typischer MRI-Befund
einer h.i. Enzephalopathie**

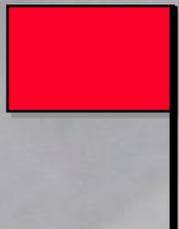
An sich problemlose Anästhesie

McCann ME et al. Pediatrics (2014) 133:e751-7

Blutdruck und Perfusion

- man muss den Blutdruck messen
- auch Kinder benötigen gelegentlich Vasoaktiva
- Kapillarfüllung nach Daumendruck < 2-3 Sekunden

*Lobos AT et al. Pediatr Crit Care Med (2012) 13: 136-40
Capillary refill time and cardiac output in children
undergoing cardiac catheterization*



Autoregulation



Expertenmeinung

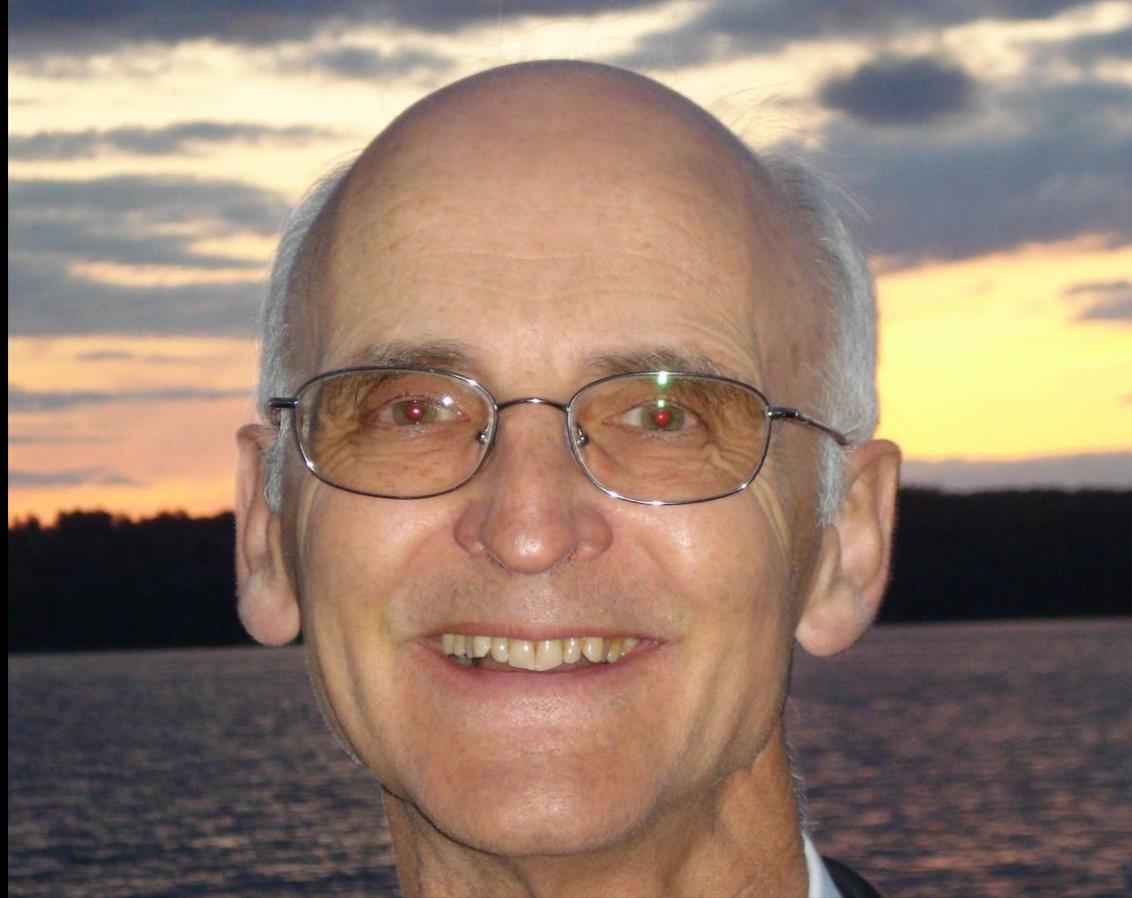


	Termingeborene und Säuglinge	Kleinkinder	Schulkinder
Ziel MAP	> 40 mmHg	> 50 mmHg	> 60 mmHg
Intensive Therapie	< 30 mmHg	< 40 mmHg	< 50 mmHg

Autoregulation



Expertenmeinung



Allgemeine Bedingungen	Anästhetikaüberdosierung , Begleiterkrankung Herzvitium? Anaphylaxie? Cortisolmangel?
Volumen	10 ml/kg einer balancierten Elektrolytlösung (evtl. 2-3x repetiert)
Vasoaktiva	z.B. Dopamin 5-10 µg/kg/min

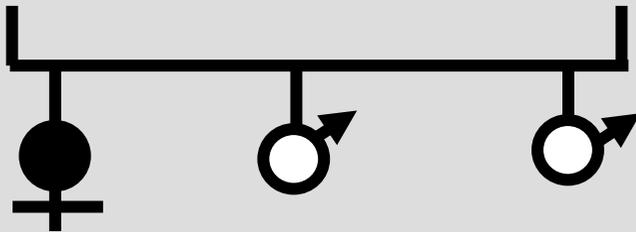
- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**

Präoperative Laboruntersuchungen

Bei einem gesunden Kind mit unauffälliger **Anamnese**, unauffälliger **Familienanamnese** (!) und normalem Status sind Laboruntersuchungen nicht sinnvoll vor mäßig invasiver Chirurgie:

z.B. Hernienplastik, Zirkumzision, Tonsillektomie



- Entwicklung
- Einschulung
- Familie

Präoperative Laboruntersuchungen

Gerinnungsanamnese!

- **Blaue Flecken ("bruises") ohne entsprechendes Trauma und an ungewohnten Orten**
- **Nasenbluten nicht spezifisch, häufig bei Kindern (verdächtig, wenn Intervention nötig)**
- **Weisheitszahnextraktion, Tonsillektomie und große Chirurgie ohne vermehrte Blutung sprechen gegen eine schwere hämorrhagische Diathese**

Ex-Frühgeborene: erhöhtes Risiko!

- Halothan, N₂O
- meist intubiert
- FG oft wach intubiert

	Termingeborene (n = 38)	Frühgeborene (n = 33)
--	----------------------------	--------------------------

Komplikationen

1

13

– **Apnoe**

6



– Aspirationspneumonie

2

– Atelektase

2

– Stridor

1

– Sekret

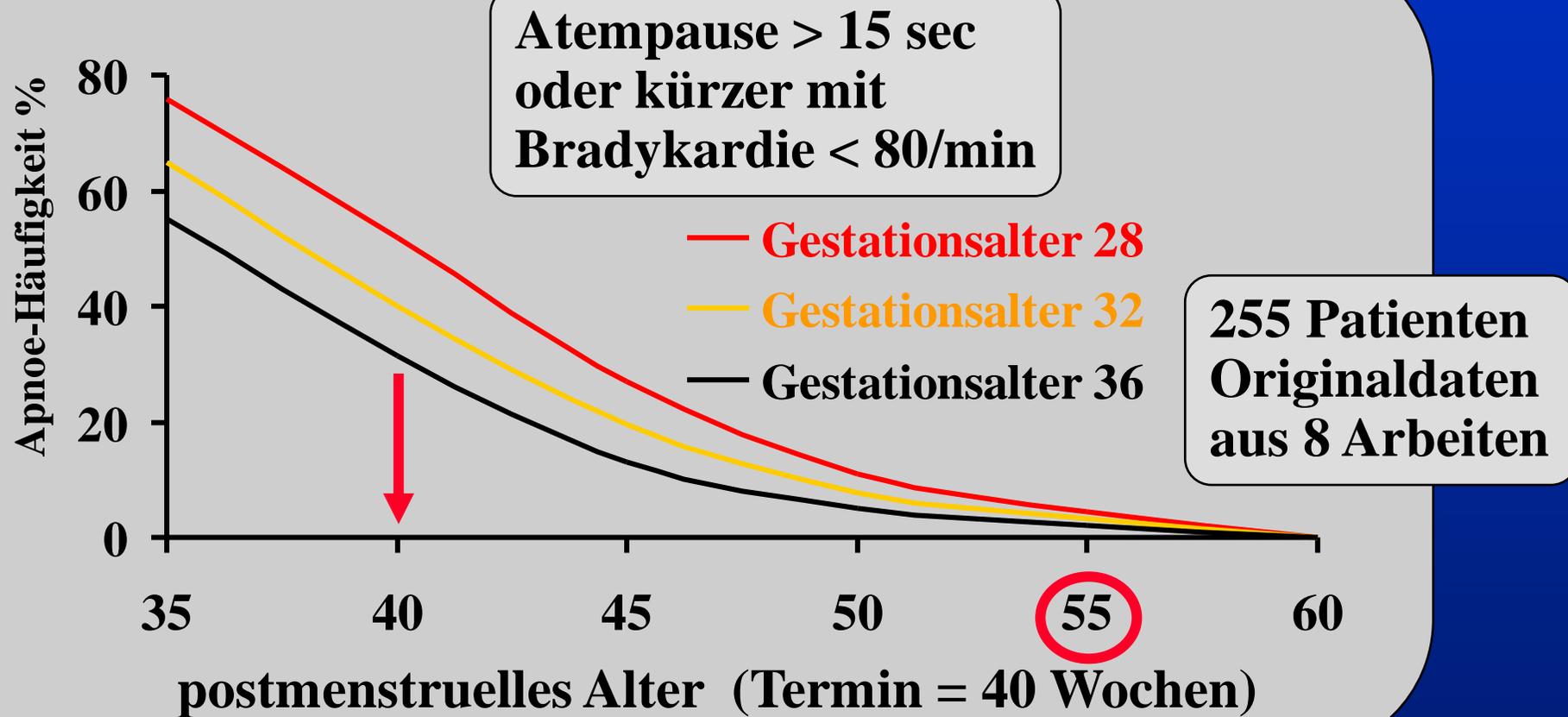
1

– Husten und Zyanose

1

Steward DJ (Toronto) Anesthesiology (1982) 56: 304-6

Postoperative Apnoe bei Ex-Frühgeborenen nach Hernienplastik

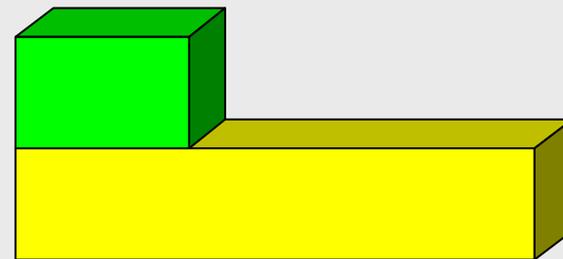


Regionalanästhesie - Allgemeinnarkose

späte **Apnoe**
30 min - 12 h



frühe Apnoe
0 - 30 min



0 1 2 3 4 5 %

GAS-Studie

- 722 Säuglinge
- PMA < 60 Wochen
- Leistenhernie

Gespräch mit den Eltern

- **„Narkose machen“** kann man immer; die Frage ist, ob man soll.
 - Wenn man krank ist, kommt man nicht zur Operation.
-
- Wenn man „nicht krank“ ist, sondern nur eine laufende Nase hat, ist es ein Ermessensentscheid.
 - Wenn keine zusätzlichen Risikofaktoren vorliegen, ist es vertretbar, den Eingriff durchzuführen.
 - Wenn Risikofaktoren vorliegen, ist es klug, den Eingriff aufzuschieben.

Gespräch mit den Eltern

- **„Narkose machen“** kann man immer; die Frage ist, ob man soll.
- Wenn man krank ist, **AZ reduziert**, **Fieber > 38,5°**, **produktiver Husten** → Operation.
- Wenn man „nicht krank“ ist, sondern nur eine laufende Nase hat, ist es ein Ermessensentscheid.
- Wenn keine zusätzlichen Risikofaktoren vorliegen, ist es vertretbar, den Eingriff durchzuführen.
- Wenn Risikofaktoren vorliegen, ist es klug, den Eingriff aufzuschieben.

Gespräch mit den Eltern

- **„Narkose machen“** kann man immer; die Frage ist, ob man soll.
- Wenn man krank ist, I **eration.**

- **AZ reduziert**
- **Fieber > 38,5°**
- **produktiver Husten**

- Wenn man „nicht krank“ ist, sondern nur eine laufende Nase hat, ist es ein Ermessensentscheid.
- Wenn keine zusätzlichen Risikofaktoren vorliegen, ist es vertretbar, den Eingriff durchzuführen.
- Wenn Risikofaktoren vorliegen, ist es aufzuschieben.

- **kleines Kind**
- **schwierige Intubation**
- **ängstliche Mutter**
- **komplexer Eingriff**

Wie ist das Risiko zu beurteilen?

... although recent clinical data confirm that some children with URIs are at **increased risk** of perioperative complications, these complications can, for the most part, be **anticipated, recognized and treated**

Tait AR et al. Anesth Analg (2005) 100: 59-65

*Anesthesia for the child with upper respiratory tract infection:
still a dilemma?*

- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**



Pylorusstenose

- Dehydratation, Alkalose, Hypochlorämie, Hypokaliämie
- Infusion und Magensonde
- Rehydrierung und Korrektur der Elektrolytstörung
- Intubationsnarkose
- Lokalanästhesieverfahren zur Analgesie

Metabolisch korrigiert:
Na, K normal; **BE** < +4

* Review-Artikel
** 310 Kinder
mit Pylorusstenose
in NECTARINE

**Kamata M et al. Paediatr Anaesth (2015) 25: 1193-206*

***Disma N et al. Br J Anaesth (2022) 129: 734-9*

Moderne *“Rapid Sequence Induction”*

1. Präoxygenierung (falls möglich)
2. Schnelle und tiefe Einleitung (ohne Husten und Schmerz)
3. Profunde neuromuskuläre Blockade
4. Vermeide Stimulation während 10-15 Sekunden
5. Sorgfältige Maskenbeatmung (PCV 13/5 cm H₂O)
6. Gekonnte endotracheale Intubation

Jöhr M.: Ende eines Irrwegs - Anästhesieeinleitung beim nicht nüchternen Kind. Anaesthetist (2007) 56: 1209

Engelhardt T: RSI has no use in paediatric anaesthesia. Paediatr Anaesth (2015) 25: 5-8

Die Reanimation des Neugeborenen

1. Trocknen und Wärmeschutz

- kräftig trockenreiben

2. Stimulation

- nicht zuviel absaugen

3. Beatmen

- Maskenbeatmung (Raumluft)
- Intubation und Beatmung

Der Erfolg hängt von 3 Dingen ab!

- **Luft muss in die Lungen**
- **Erfolgskontrolle: Herzfrequenz**

Zustandsverschlechterung trotz Intubation und Beatmung

1. Fehlintubation

2. Pneumothorax

– Mekoniumaspiration

3. Missbildung

– Zwerchfellhernie



**3 Dinge
ausschließen!**

... Kinder sind anders ...

Erwachsene

kardiale Probleme =>
Strom (Defibrillator)

Kinder

Sauerstoffmangel =>
Beatmung und Sauerstoff

„Das Herz stirbt zuletzt“

- Wenn es bei einem Kind bereits zum Herzstillstand gekommen ist, dann ist die Prognose meist schlecht.
- Wichtig ist die Prophylaxe: Die **rechtzeitige Intervention** bei respiratorischen Problemen



Stanserhorn

Bürgenstock

Pilatus