

Gecuffte vs. ungecuffte Tuben in der Kinderanästhesie

**Berliner DGAI-Kolloquium
07. August 2013**

Dr. Lutz Müller-Lobeck



CHARITÉ
UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN

Universitätsklinik für Anästhesiologie
mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin
Campus Virchow-Klinikum
Campus Charité Mitte

To-do-List

- „Conflicts of interest“
- Begriffsdefinitionen
- Historische Entwicklung der endotrachealen Intubation beim Kind
- Ausgewählte Literatur und Argumente: PRO gecuffte Tuben
- Ausgewählte Literatur und Argumente: CONTRA gecuffte Tuben
- Home cooking – that's how we do it
- Ausblick


„Conflict of interests“

- Ich erhalte kein Geld für diesen Vortrag
- Ich stehe nicht auf der Gehaltsliste eines Tuben produzierenden Unternehmens
- Ebenso wenig auf der Gehaltsliste eines Herstellers von Endoskopie-Instrumenten
- Es besteht keine wie auch immer geartete Beziehung zwischen dem Referenten und den Herren Markus Weiss (Zürich) und Josef Holzki (Rösrath).
- Aber: ich war Mitarbeiter in der Klinik eines dieser beiden umtriebigen Protagonisten auf der Bühne der Diskussion um gecuffte oder ungecuffte Tuben.

Begriffsdefinitionen

- Gecuffte / ungecuffte Tuben = Tuben mit / ohne Blockmanschette
- geblockte / ungeblockte Tuben = Tuben mit inflatiertem / deflatiertem Cuff

Geschichte der Intubation in der Kinderanästhesie



1895 Endotracheale Intubation (ETI) bei Erwachsenen in Narkose

1930 *Sir Ivan Magill*: Einführung des red rubber tube

1930er J. ETI aufgrund häufiger Intubationstraumata bei Kindern als zu gefährlich angesehen

1940er J. zunehmende Akzeptanz der ETI bei Kindern

in der Folge: Zunahme der Warnungen über Schäden sowohl bei Erwachsenen (Cuffulcerationen) als auch bei Kindern (Schäden durch zu große Tuben)

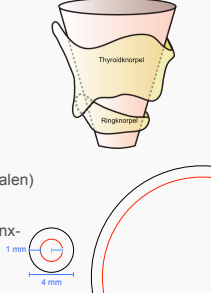
1951 *James E Eckenhoff*. Some anatomic considerations of the infant larynx influencing endotracheal anesthesia.
Anesthesiology 1951;12:401-10

SOME ANATOMIC CONSIDERATIONS OF THE INFANT LARYNX INFLUENCING ENDOTRACHEAL ANESTHESIA*

Anesthesiology 1951;12:401-10

JAMES E. ECKENHOFF, M.D.

- Larynx aus Arcus und Lamina (Platte des Siegelringes), Lamina beim Kind nach posterior geneigt
- Trichterform des kindlichen Larynx
- Krikoid einzige Stelle des Kehlkopfes und Atemwegs, an der der Luftweg aufgrund von Knorpel nicht gedehnt werden kann
- Dadurch physiologisch engste Stelle am (distalen) Larynxausgang
- Einfluss von 1 mm Mucosaödem auf die Larynx-Öffnungsfläche in Abhängigkeit vom Alter: 19 (Erw.) bis 75% (NG).



Geschichte der Intubation in der Kinderanästhesie II

In der Folge zunehmender Einsatz und schließlich breite Akzeptanz ungecuffter Tuben bei Kindern, mit relativ niedriger Inzidenz von Intubationstraumata in der Literatur der folgenden Jahrzehnte.

- 1959 *David Sheridan*: Einführung des PVC-Tubus
- 1990 **Renaissance der gecufften Tuben bei Kindern**
AE Black: 2.953 PICU-Patienten in vier Jahren: Keine Intubationstraumata
- 1994 *Deakers et al.*: Stridor als Outcome-Parameter
„cuffed endotracheal intubation is not associated with an increased risk of laryngeal injury“

Geschichte der Intubation in der Kinderanästhesie III

Ab 1997 **zunehmende Empfehlungen** für den Einsatz gecuffter Tuben in der Kinderanästhesie und –intensivmedizin.

- Argumente:**
- weniger Umintubationen (ungecufft: 30% bis 2 J, 18% bei älteren Kindern. HH Khine, 1997)
 - weniger Arbeitsplatzbelastung mit Narkosegasen
 - bessere et Gasmessung
 - weniger Leckage
 - geringeres Aspirationsrisiko
 - Differenzierte Beatmungsmuster (hoher PIP, hoher PEEP,...)
- 2004 Newth et al.: Adrenalinvernebelung infolge Croup-Symptomen
 - 2006 Suominen et al.: „prolonged barking and cough“

Geschichte der Intubation in der Kinderanästhesie IV

- 2004 **Einführung des Microcuff®-Pädiatrie-Tubus** durch *Markus Weiss*:
„Die Tatsache, dass immer wieder von laryngealen und kaum von trachealen Verletzungen durch Cuffs bei Kindern berichtet wird, deutet [...] auf eine falsche Platzierung der Blockmanschette am Tubusschaft hin“ (Anaesthesist 2004;53:73-9)
- 2006 *Weiss M et al.*: Vergleich von gecufften und ungecufften pädiatrischen Tuben hinsichtlich ihrer Fabrikationsmerkmale
- 2009 *Weiss M et al.*: Prospektiver Vergleich von gecufften und ungecufften Tuben bei kleinen Kindern: 2 Endpunkte: **Stridor** und die Anzahl der Umintubationen (BJA 2009;103(6):867-73)

Geschichte der Intubation in der Kinderanästhesie V

- 2009 *Josef Holzki et al.*: „Stridor is not a scientifically valid outcome measure for assessing airway injury“ (Pediatric Anesthesia 2009;19(S1):180-97)
- Deakers, Newth, Suominen* und *Weiss* verglichen gecuffte und ungecuffte Tuben miteinander und wählten **Stridor, Croup-Husten etc. als Outcome-Parameter**
- **Stridor** entwickelt sich über Wochen und Monate (kein Frühzeichen)
- erst eine Einengung des Lumens von **>50-70%** verursacht Stridor
- schwere Traumen (tiefe **Ulcerationen, Nekrosen** etc.) können **ohne Stridor** verlaufen
- Bagatelltraumen (Ödem) können mit Stridor einhergehen
- Cuffdruckmessung schützt nicht vor Verletzung bei der Intubation

Unzulänglichkeiten gecuffter Pädiatrietuben 2004

- 125 Tuben (15 Serien versch. Durchmesser) von 4 Herstellern
- Beurteilung von:
 - Außendurchmesser (O.D.)
 - Position und max. Durchmesser des Cuffs
 - Position der Tiefenmarkierungen im Vergleich mit altersentsprechenden Dimensionen

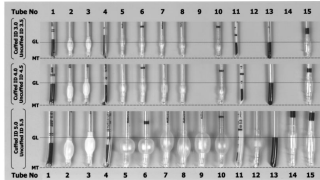
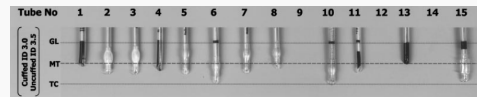


Fig 1 Diagram of measurements of uncuffed and cuffed paediatric tracheal tubes. Measurements between the distal tube tip and lower border of the tracheal cuff; B=length of the tracheal cuff; C=distance between the distal tube tip and upper border of the tracheal cuff; D=distance between the distal tube tip and upper border of the first depth marking if available; E=internal diameter of the inflated cuff; F=water diameter (OD) of the tube that measured above the leak cuff. All measures were taken with the cuff inflated to a pressure of 20 cm H₂O (distended diameter).

Weiss M et al. BJA 2004;92(1):78-88

Shortcomings of cuffed paediatric tracheal tubes 2004



- O.D. bei gleichem I.D. variierte zwischen gecufften und ungecufften T des gleichen Herstellers und zwischen den Herstellern/Fabrikaten
- Cuffdurchmesser bei 20 cm H₂O füllte nicht immer die altersentsprechende Trachea (trotz Behauptung keine HVLP-Cuffs)
- Bei Positionierung der Tubusspitze in der Tracheamitte sitzen die Cuffs häufig im Larynx
- Bei korrekter Cuffposition (1 cm unterhalb des Krikoidlevels) saßen viele Tubusspitzen gefährlich nahe an der Carina
- nur 5 von 11 hatten eine Tiefenmarkierung
- Bei vielen T war die Distanz zw. Tiefenmarkierung und Spitze zu lang

Weiss M – Shortcomings... – Conclusions

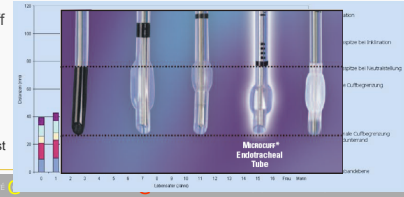
- Der **Außendurchmesser** ist stark abhängig von der Beschaffenheit und Stärke der Tubuswand
- Messung und Auswahl der Tuben nach dem Innendurchmesser lässt den Anästhesisten im Unklaren über diesen Zusammenhang
- Pädiatrische Tuben sind zumeist „heruntergebrochene“ Erwachsenen-Tuben von schlechtem Design.
- Idealerweise sollte ein pädiatrischer Tubus einen kurzen HVLP-Cuff und eine adäquate Tiefenmarkierung besitzen, die es nicht zulässt, dass der Cuff in der Glottisregion geblockt wird.

Weiss M et al. BJA 2004;92(1):78-88

Der Microcuff®-Pädiatrie-Tubus

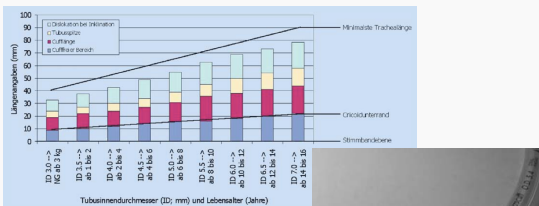
Anforderungen an einen Kindertubus mit Cuff

- cufffreier subglottischer Tubusschaft
- Sicherer Abstand der Spitze zur Carina
- Tiefenmarkierung
- kurzer HVLP-Cuff
- Dünne Cuff-Membran (geringer Materialauftrag)
- Formstabiler Cuff auch bei hohen Drücken
- adäquate Alterskorrelation



Weiss M et al. Anaesthesist 2004;53:73-9

Der Microcuff®-Pädiatrie-Tubus



Weiss M et al. Anaesthesist 2004;53:73-9

Zusammenfassung der PRO-CUFF-Argumente

- Häufige Tubuswechsel sind teuer und mit erhöhtem Verletzungsrisiko vergesellschaftet
 - es entsteht ein „Hang“ zum letztlich zu großen Tubus
- Ungecuffte Tuben dichten die Trachea nicht gut ab, denn das Krikoid ist keine maschinell produzierte geometrisch runde Struktur:
 - kein adäquater Aspirationsschutz
 - kein differenziertes Beatmungsregime möglich
 - insbesondere keine hohen PIP- und PEEP-Werte
 - große Arbeitsplatzkontamination, fehlende Möglichkeit zum Minimal-Flow
 - inadäquate etCO₂- und Gas-Messung

Zusammenfassung der PRO-CUFF-Argumente II

- Tubusspitze scheuert an der Trachea-Hinterwand (theoretische Überlegungen)
- Tubusschaft scheuert an der Kehlkopf-Hinterwand
- ggf. kann man ja auf das Inflatieren des Cuffs verzichten („2 in 1“)
- Der Umgang mit gecufften Tuben ist aus der Erwachsenenmedizin (besonderes Notfallmedizin) bestens bekannt, deshalb geringeres Fehlerrisiko
- Leck bei Lärm (präklinisch) nicht sicher auszuschließen
- **Kein Stridor – kein Risiko**

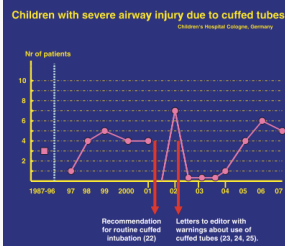
Stridor is not a scientifically valid outcome measure for assessing airway injury

JOSEF HOLZKE MD*, MICHAEL LASCHAT MD† AND CHRISTIAN PUDER MD‡

- Stridor ist aus den genannten Gründen kein guter Parameter zur Beurteilung von Atemwegsverletzungen
- Die daraus gezogenen „evidence-basierten“ Schlüsse sind gefährlich
- „Could we accept one severe intubation trauma caused by a cuff, not being detected by the symptom of stridor, in 100, 1000 or 10.000 infants as price for lower incidence of reintubation?“

• Bericht aus Holzki's eigenem Patientengut (Kliniken der Stadt Köln, Kinderklinik Amsterdamer Str., Köln-Riehl)

- 3 schwere Verletzungen zwischen 1987 und 1997
- nach 1997 (zunehmende Empfehlung der gecufften Tuben) 4 Fälle/Jahr
- 2001 (nach neuerlichem Aufruf zum Einsatz gecuffter Tuben) ein Peak
- Nach warnenden Leserbriefen aus Köln Ruhe für 2 Jahre
- Nach Publikation des Microcuff®-Artikels von Weiss erneuter Anstieg



Holzki J et al. *Pediatric Anesthesia* 2009;19(S1):180-97

Iatrogenic damage to the pediatric airway Mechanisms and scar development

JOSEF HOLZKI MD*, MICHAEL LASCHAT MD† AND CHRISTIAN PUDER MD‡

- Iatrogene Verletzungen des kindlichen Atemwegs sind relativ häufig
- sie werden jedoch häufig gut toleriert und heilen folgenlos aus
- bleibende Schäden sind relativ selten
- sie treten auf, wenn die Mucosa penetriert wird und Narben auftreten
- Narbenentwicklung verläuft langsam, Stridor tritt erst bei 50%iger Einengung des Lumens auf und ist kein Frühsymptom.
- **Forderung:** Pharyngo-Laryngo-Tracheoskopie zur Evaluation und Diagnostik von Intubationstraumata

Holzki, Laschat und Puder

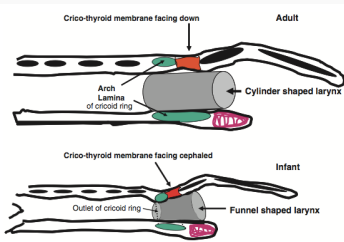


Figure 1 Different internal structure of adult and infant larynx. The outlet of the cricoid ring is the narrowest part of the infant's airway, circularly shaped, permitting an adequate seal with adequately sized uncuffed tracheal tubes for ventilation and against aspiration of gastric contents. The cricothyroid membrane is forced into a cephalad facing position and is particularly exposed to injury, even perforation by intubation.

Holzki et al. *PA* 2009;19(S1):131-46
Holzki et al. *PA* 2009;19(S1):180-97

Normale Kehlkopf-anatomie des Kindes

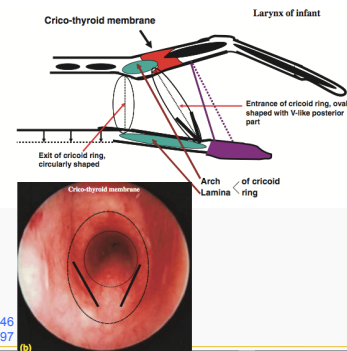


Figure 3 The cricoid ring shows a complicated structure taking an ovally shaped cricoid ring (see Figure 6, 7). The ovally shaped entrance has a posterior V-like narrowing, making this area particularly sensitive to trauma by too large tubes. These drawings are taken from autopsy specimens, in vivo the layers of mucosa create many variations of the lumen of the larynx.

Holzki et al. *PA* 2009;19(S1):131-46
Holzki et al. *PA* 2009;19(S1):180-97

Ungecuffter Tubus im kindlichen Atemweg

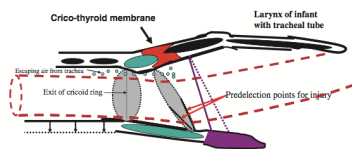
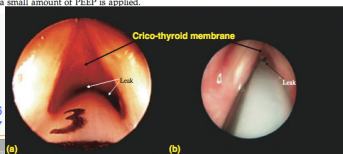
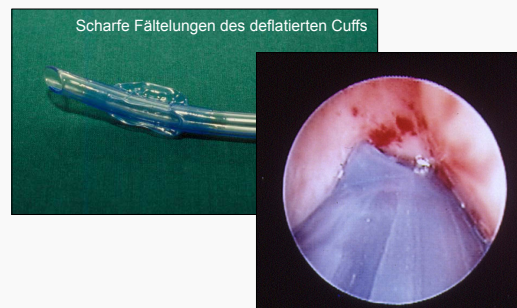


Figure 5 Uncuffed tube in trachea of an infant, sealing the cricoid ring adequately at the exit. The tracheal tube is being bent forward like always, not permitting a 'leak around the tube', occluding the posterior part of the larynx. An endoscopic view ventrally of the tube will show the cricothyroid membrane facing the endoscopist and exposing a crescent like slit, from which some air bubbles may escape (see Figure 9). Aspiration is not possible, particularly not when a small amount of PEEP is applied.



Holzki et al. *PA* 2009;19(S1):131-46
Holzki et al. *PA* 2009;19(S1):180-97

Tubusschäden durch gecuffte Tuben:

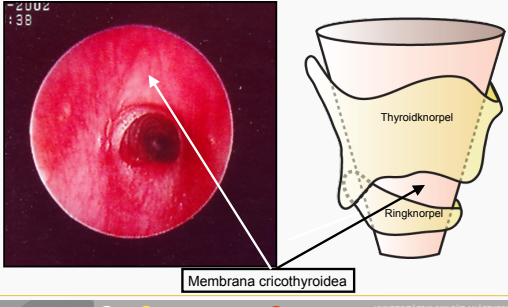


• Schäden durch Cuff, geblockt und ungeblockt



Lutz Müller-Lobeck 2013 | CHARITÉ CAMPUS VIRCHOW-KLINIKUM und CAMPUS CHARITÉ MITTE | UNIVERSITÄTSLINIK FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND OPERATIVE INTENSIVMEDIZIN

Die Trichterform des kindlichen Thorax – Ursache mehrerer Probleme



Lutz Müller-Lobeck 2013 | CHARITÉ CAMPUS VIRCHOW-KLINIKUM und CAMPUS CHARITÉ MITTE | UNIVERSITÄTSLINIK FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND OPERATIVE INTENSIVMEDIZIN



Lutz Müller-Lobeck 2013 | CHARITÉ CAMPUS VIRCHOW-KLINIKUM und CAMPUS CHARITÉ MITTE | UNIVERSITÄTSLINIK FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND OPERATIVE INTENSIVMEDIZIN

Zusammenfassung der CONTRA-CUFF Argumente

- Der gecuffte Tubus löst Probleme, die offensichtlich über 50 Jahre nicht existierten:
 - hinreichende Abdichtung der Trachea gegen Aspiration u. PEEP-Verlust auch beim ungecufften Tubus gegeben
 - ebenfalls hinreichende Möglichkeiten der Beatmung vorhanden
- Notwendigkeit zur Wahl kleinerer Innendurchmesser (Materialauftrag durch Cuff)
- Gecuffte Tuben sind teuer – teurer als gelegentliche Umtubationen
- Der Cuff schafft neue (alte) Probleme mit teils dramatischen Folgen:
 - typische Mercedesstern-Granulationen der Krikoid-Mucosa bis zur relevanten Stenose
 - Cuff-Ulcera und –Nekrosen bei inadäquatem Cuffdruck
 - Cuffs sind zu lang, sie sind zu weit vom Tubusende entfernt, und sie gleiten im Patienten auf und ab, wenn er sich bewegt (bewegt wird)

Lutz Müller-Lobeck 2013 | CHARITÉ CAMPUS VIRCHOW-KLINIKUM und CAMPUS CHARITÉ MITTE | UNIVERSITÄTSLINIK FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND OPERATIVE INTENSIVMEDIZIN

Argumentative Zusammenschau

- Jede ersparte Intubation ist eine gute Intubation?
- Bei ungünstigen Modellen der Intubation
- An der ...



- adäquate Tiefenmarkierung
- adäquate, durch den Hersteller validierte Größenauswahlkriterien

Lutz Müller-Lobeck 2013 | CHARITÉ CAMPUS VIRCHOW-KLINIKUM und CAMPUS CHARITÉ MITTE | UNIVERSITÄTSLINIK FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND OPERATIVE INTENSIVMEDIZIN

Home cooking – that's how we do it

- Tubusgröße nach Formel ab ½ Jahr bis ca. 8 Jahre

Lutz Müller-Lobeck 2013 | CHARITÉ CAMPUS VIRCHOW-KLINIKUM und CAMPUS CHARITÉ MITTE | UNIVERSITÄTSLINIK FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND OPERATIVE INTENSIVMEDIZIN

EXKURS: Auswahl der korrekten Tubusgröße

- „Kleinfingerendglied des Patienten“
- Modifizierte Cole-Formel:

$$4,0 + \frac{\text{Alter}}{4} = \text{mm I.D.}$$

...unterstellt einen linearen Zusammenhang zwischen Alter und I.D.

- Verschiedene Variationen dieser Formel:

$$4,5 + \frac{\text{Alter}}{4} = \text{mm I.D.}$$

$$3,5 + \frac{\text{Alter}}{4} = \text{mm I.D.}$$

$$3,0 + \frac{\text{Alter}}{4} = \text{mm I.D.}$$

Auswahl der korrekten Tubusgröße ungecufft (Beispiel)

$$4,5 + \frac{\text{Alter}}{4} = \text{mm I.D.}$$

$$\frac{18}{4} + \frac{\text{LJ}}{4} = \text{mm I.D.}$$

$$\frac{\text{Ch}}{4} = \text{mm I.D.}$$

$$\frac{18}{4} + \frac{\text{LJ}}{4} = \frac{\text{Ch}}{4} = \text{mm I.D.}$$

$$18 + \text{Alter (Jahren)} = \text{Charrière} \quad \frac{\text{Ch}}{3} = \text{mm O.D.} \quad (\text{Ch}=1/3 \text{ mm})$$

Der kleinste so berechnete (uncuffed) Tubus ist 4,5 mm I.D.

(für „0“ Jahre ab ½ Jahr)

Darunter: 1-5 Monate -0,5 mm I.D., 0-1 Mo (NG) -0,5 mm I.D. usw.

Home cooking – that’s how we do it

- Tubusgröße nach Formel ab ½ Jahr bis ca. 8 Jahre
- ungecuffte Tuben bis Größe 6,0
- Umtubation bei relevantem Leck
 - VT oder PEEP nicht erreicht
 - relevanter Gasgeruch (insbesondere MKG/HNO)
- bei zu großem Leck mit 6,0 wird 5,5+ gewählt
- Diagnostisch-dokumentarische Fotolaryngoskopie
 - vor Intubation bei auffälligem Laryngoskopiebefund
 - bei vorbeschriebenem Stridor (noch nicht diagnostiziert)
 - bei auffälligem Befund post extubationem



(ZUKÜNFTIGE) Geschichte der Intubation bei Kindern

Ausblick: In: *Weiss M. et al.* Geblockte Tuben bei Kindern – rationaler und sicherer Einsatz. AINS 2012;47:232-7

„Eine internationale Studie mit endoskopischer Evaluation von Kindern nach Langzeitintubation mit gecufften oder ungecufften Tuben wurde 2011 gestartet und dauert noch bis Ende 2013 an.“

Bis dahin gilt:

primum non nocere

1. Toleriere ein Leck bei ungecufften Tuben und appliziere einen PEEP
2. Wähle als gecufften Tubus einen Pädiatrietubus, ausreichend klein, um keinen Schaden am Larynx zu setzen



Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit