

## Redaktion

R. Larsen, Homburg/Saar

S. Fertl<sup>1</sup> · V. Bernet<sup>2</sup> · A. Schmitz<sup>1</sup> · K. Woitzek<sup>1</sup> · M. Weiss<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Anästhesieabteilung, Universitäts-Kinderkliniken Zürich

<sup>2</sup> Abteilung für Intensivmedizin und Neonatologie, Universitäts-Kinderkliniken Zürich

# Klinische Evaluation eines Überdruckventils für Kindertuben mit Cuff

**Trachealtuben mit Blockmanschetten werden zunehmend auch bei kleineren Kindern eingesetzt [1, 12, 20]. Die hohe Wahrscheinlichkeit, den passenden Trachealtubus beim ersten Intubationsversuch einzuführen, und die zuverlässige Abdichtung des Atemweges mit dem Cuff in der Trachea sind die Hauptvorteile gegenüber ungeblockten Kindertuben [9]. Neben der Auswahl der richtigen Tubusschaftgröße [9] und der richtigen Platzierung des Cuffs unterhalb des Krikoids [16, 38] spielen die Überwachung und die Begrenzung des Cuffdrucks eine wichtige Rolle für die sichere Anwendung dieser Tuben bei Kindern [1]. Insbesondere bei der Verwendung von Lachgas kann der Cuffdruck innerhalb kurzer Zeit unbemerkt stark ansteigen und dadurch Druckschäden in der Trachea verursachen [11, 34].**

## Hintergrund und Fragestellung

In der Vergangenheit wurde eine Vielzahl von mechanischen [31], pneumatischen [4] und automatischen [22] Cuffdruckbegrenzern bzw. -reglern vorgestellt und getestet, welche den Cuffdruck bei einem Maximalwert begrenzen. Kürzlich haben Dullenkopf et al. ein einfaches Überdruckventil vorgestellt, das in der In-vitro-Testung sehr effektiv langsame sowie auch akute Cuffdruckanstiege über 20 cmH<sub>2</sub>O verhinderte [7]. Ziel dieser Arbeit war es, die Zuverlässigkeit und den Nutzen dieses neuen Überdruckventils bei Kindern und

Adoleszenten in Kombination mit Tuben mit Cuff in der klinischen Anwendung zu evaluieren.

## Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Mit Einwilligung der lokalen Ethikkommission und mündlichem Einverständnis der Eltern bzw. Patienten wurden 50 Patienten im Alter von 0,4 bis 17,8 Jahren in die Studie aufgenommen. Einschlusskriterien waren endotracheale Intubation mit einem Trachealtubus mit Cuff und Intubationsdauer von >30 min. Patienten mit Atemwegsmisbildungen, Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA) >III und nichtnüchterne

Patienten wurden von der Untersuchung ausgeschlossen.

## Anästhesieführung und endotracheale Intubation

Nach inhalativer oder intravenöser Anästhesieeinleitung, gefolgt von Muskelrelaxation mit Atracurium, wurde die Trachea der Patienten mit einem Tubus mit Cuff (Microcuff PET®, Weinheim GmbH, Deutschland) intubiert. Als Maß für die korrekte Tubusschaftgröße musste eine hörbare Luftleckage bei entblocktem Cuff bei einem Beatmungsdruck von maximal 20 cmH<sub>2</sub>O vorliegen. Ansonsten wurde auf den nächst kleineren Tubus gewechselt. Ebenso musste die Trachea bei einem



**Abb. 1** ▶ Getestetes Überdruckventil (Pfeil)

S. Fertl · V. Bernet · A. Schmitz · K. Woitzek · M. Weiss

### Klinische Evaluation eines Überdruckventils für Kindertuben mit Cuff

#### Zusammenfassung

**Ziel.** Zum sicheren Einsatz von Tuben mit Cuff bei Kindern ist eine Cuffdruckbegrenzung bei 20–25 cmH<sub>2</sub>O von entscheidender Bedeutung. Ziel der Studie war es, die Zuverlässigkeit und den Nutzen eines neuen Cuff-Überdruckventils (Öffnungsdruck 20 cmH<sub>2</sub>O) in Kombination mit Tuben mit Cuff in der klinischen Anwendung bei Kindern zu evaluieren.

**Methodik.** In einer prospektiven Studie wurde der Cuffdruck bei Kindern und Adoleszenten, die mithilfe von Tuben mit Cuff intubiert waren und eine Sevofluran-Lachgas-Anästhesie erhielten, protokolliert. Das Cuffdruckentlastungsventil wurde zwischen Cuffmanometer und Pilotballon geschaltet. Bei 25 Patienten wurde die Messung vom initialen Öffnungsdruck (Gruppe A) aus und bei weiteren 25 Patienten vom minimalen Dichtungsdruck (Gruppe B) aus gestartet.

**Ergebnisse.** Fünfzig Patienten im Alter von 0,4 bis 17,8 Jahren (Median 7,4 Jahre) wurden in die Studie aufgenommen. Der Öffnungsdruck (Gruppe A) lag bei 19,7±0,8 cmH<sub>2</sub>O und der minimale Dichtungscuffdruck (Gruppe B) bei 11,7±2,9 cmH<sub>2</sub>O (Variations-

breite 6–16 cmH<sub>2</sub>O). Die mittleren Cuffdruckwerte in Gruppe A stabilisierten sich bei 20,4±1,6 cmH<sub>2</sub>O, während sich die Cuffdruckwerte in Gruppe B bei 16,5±3,3 cmH<sub>2</sub>O einpendelten. Bei einem Patienten der Gruppe A kam es zu einem Überschreiten der Cuffdruckgrenze von 25 cmH<sub>2</sub>O; dies hatte eine manuelle Entlastung gemäß Protokoll zur Folge. Insgesamt waren während 103,1 Messstunden 24 Nachfüllmanöver (14 in Gruppe A und 10 in Gruppe B) wegen Druckabfalls mit hörbarer Luftleckage notwendig. Die meisten davon waren durch Druckerhöhungen bei der Umlagerung des Patienten bzw. nachfolgender Entlastung durch das Überdruckventil verursacht.

**Schlussfolgerung.** Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass das eingesetzte, einfache und leicht zu handhabende Cuffüberdruckventil zur intraoperativen Cuffdrucklimitierung bei Kindern und Adoleszenten mit geblockten Trachealtuben geeignet ist.

#### Schlüsselwörter

Intubation · Trachea · Tubus · Cuffdruck · Kinder

Cuffdruck von höchstens 20 cmH<sub>2</sub>O vollständig abgedichtet sein (keine hörbare oropharyngeale Gasleckage). Ansonsten wurde auf den nächst größeren Tubus mit Cuff gewechselt. Die Allgemeinanästhesien wurden mit Sevofluran bei einer inspiratorischen Sauerstofffraktion (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>) von 0,35% in Lachgas weitergeführt. Die intraoperative Analgesie wurde mit Paracetamol plus einem Regionalanästhesieverfahren oder Paracetamol und einem Opioid durchgeführt. Wenn für den Eingriff weiterhin benötigt, wurde die Muskelrelaxation mit Atracurium aufrechterhalten.

#### Technische Anordnung

Das getestete Überdruckventil (▣ **Abb. 1**; Fa. Microcuff GmbH, Weinheim, Deutschland) ist metallisch, 25 g schwer und kubisch mit einem Volumen von 2 cm<sup>3</sup>. Es wurde entwickelt, um den Cuffdruck bei ca. 20 cmH<sub>2</sub>O zu limitieren. Da das Überdruckventil Metall und einen Magnetfederöffnungsmechanismus enthält, lässt es sich nicht im Magnetresonanztomographen einsetzen. Das Gehäuse enthält einen Anschluss für die Cuffleitung und einen Anschluss für ein Manometer. Wird kein Manometer verwendet, muss der entsprechende Anschluss mit einer Blockungsspritze verschlossen werden, da sonst die Luft retrograd aus dem System entweicht. Es besteht eine offene Verbindung zwischen beiden Anschlüssen. Das Ventil kann wieder verwendet werden und ist einfach zu desinfizieren. Der Preis beläuft sich auf ca. EUR 70.

Das Überdruckventil wurde zwischen konventionellem Cuffdruckmanometer (Fa. Microcuff GmbH, Weinheim, Deutschland) und Tubuscuffleitung eingesetzt und der Cuff mit Manometerballon gefüllt. Es wurden alternierend zwei neue Überdruckventile eingesetzt, die vom lokalen Vertriebs Händler zur Verfügung gestellt wurden. Bei einem positiven endexpiratorischen Druck (PEEP) von 5 cmH<sub>2</sub>O wurde mit druckkontrollierter Beatmung ein Tidalvolumen von 8 ml/kgKG angestrebt und mit einer altersentsprechenden Atemfrequenz beatmet, um die endexpiratorische CO<sub>2</sub>-Konzentration (etCO<sub>2</sub>) bei ca. 4,5 Vol.-% zu halten.

### Clinical evaluation of a pressure release valve for paediatric cuffed tracheal tubes

#### Abstract

**Objective.** The safe use of cuffed tracheal tubes for children necessitates a cuff pressure limitation at 20–25 cmH<sub>2</sub>O. The aim of the study was to evaluate the reliability and benefit of a new cuff pressure release valve (opening pressure 20 cmH<sub>2</sub>O) for children intubated with a cuffed tracheal tube.

**Methods.** In a prospective, observational trial cuff pressure was recorded in paediatric and adolescent patients intubated with a cuffed tracheal tube during sevoflurane/nitrous oxide anaesthesia. The cuff pressure release valve was interposed between the cuff manometer and the pilot balloon. In 25 patients measurements were started at the initial opening pressure (group A) and in a further 25 patients measurements were started at the minimal sealing cuff pressure (group B).

**Results.** A total of 50 patients, aged from 0.4 to 17.8 years (median 7.4 years) were enrolled in the study. The opening pressure measured

(group A) was 19.7±0.8 cmH<sub>2</sub>O and the cuff sealing pressure (group B) was 11.7±2.9 cmH<sub>2</sub>O (range 6–16 cmH<sub>2</sub>O). Mean cuff pressure values in group A were 20.4±1.6 cmH<sub>2</sub>O and 16.5±3.3 cmH<sub>2</sub>O in group B. In one patient (group A) the cuff pressure exceeded 25 cmH<sub>2</sub>O and was manually decreased to 20 cmH<sub>2</sub>O. In total, 24 filling procedures (group A 14; group B 10) were required during 103.1 h of investigation because of cuff pressure drop and audible air leakage, mainly caused by cuff pressure increases and consequent releases during patient positioning.

**Conclusion.** Our data demonstrate that the tested cuff pressure release valve was useful and reliable to limit cuff pressure in tracheal intubated children and adolescents within an acceptable pressure range.

#### Keywords

Intubation · Trachea · Tube · Cuff pressure · Children

**Tab. 1** Epidemiologische und perioperative Daten

Daten	Alle Patienten	Gruppe A	Gruppe B
<b>Anzahl (n)</b>	50	25	25
Weiblich	15	6	9
Männlich	35	19	16
<b>Alter (Jahre)</b>			
Median	7,41	7,04	9,89
Variationsbreite	0,43–17,8	0,52–13,91	0,43–17,8
<b>Gewicht (kg)</b>			
Median	24,4	22,2	28,5
Variationsbreite	6,2–92,0	6,5–92,0	6,2–85,0
<b>Größe (cm)</b>			
Median	128	126	137
Variationsbreite	64–187	64–187	64–181
<b>Tubusgröße (ID; mm)</b>			
Median	5	5	5,5
Variationsbreite	3–8	3,5–7,5	3–8
<b>Intubationsdauer (min)</b>			
Median	121	120	130
Variationsbreite	43–270	43–211	56–270

In Gruppe A (25 Patienten) begann die Untersuchung mit der Messung des initialen Ventilöffnungsdruckes, in Gruppe B mit ebenfalls 25 Patienten mit dem minimalen Cuffdichtungsdruck [9]. Das Überdruckventil wurde unmittelbar vor der Extubation entfernt und der Cuff für die Extubation manuell mit einer Spritze vollständig entleert.

### Erfasste Parameter

In Gruppe A wurde der initiale Öffnungsdruck und in Gruppe B der minimale Dichtungscuffdruck zu Beginn der Untersuchung notiert. Anschließend wurde der Cuffdruck in 10-minütigen Intervallen am Cuffdruckmanometer abgelesen und notiert. Außerdem wurde protokolliert, ob bei einem Cuffdruckabfall mit Gasleck Luft bis auf 20 cmH<sub>2</sub>O nachgefüllt werden musste oder der Cuff bei einem Cuffdruck >25 cmH<sub>2</sub>O manuell auf 20 cmH<sub>2</sub>O entlastet wurde. Des Weiteren wurden die epidemiologischen Daten der Patienten erfasst (Alter, Geschlecht, Gewicht und Größe) sowie die Tubusgröße und die Intubationsdauer.

### Statistik

Die Daten werden als Median-, Minimal- und Maximalwerte (Variationsbreite)

te) bzw. als Mittelwerte und Standardabweichung dargestellt. Die Gruppen A und B wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test für nichtnormal verteilte Daten oder dem T-Test für normal verteilte Daten verglichen. Der  $\chi^2$ -Test wurde für den Vergleich des Bedarfes an Nachfüllmanövern zwischen den beiden Gruppen und Ventilen verwendet. Ein p-Wert von <0,05 wurde als statistisch signifikant erachtet.

### Ergebnisse

#### Patientenmerkmale und perioperative Daten

Insgesamt nahmen 50 Patienten im Alter von 0,4 bis 17,8 Jahren (Median 7,4 Jahre) an der Studie teil. Die detaillierten epidemiologischen Daten sind in **Tab. 1** zusammengestellt. Die Verteilung der Tubusgrößen war in beiden Gruppen gleich, jedoch unterschieden sich die beiden Gruppen leicht in der Intubationsdauer, die in Gruppe B mit 130 min (Variationsbreite 56–270 min) geringfügig, aber statistisch nicht signifikant länger war als in Gruppe A mit 120 min (Variationsbreite 43–211 min;  $p < 0,205$ ).

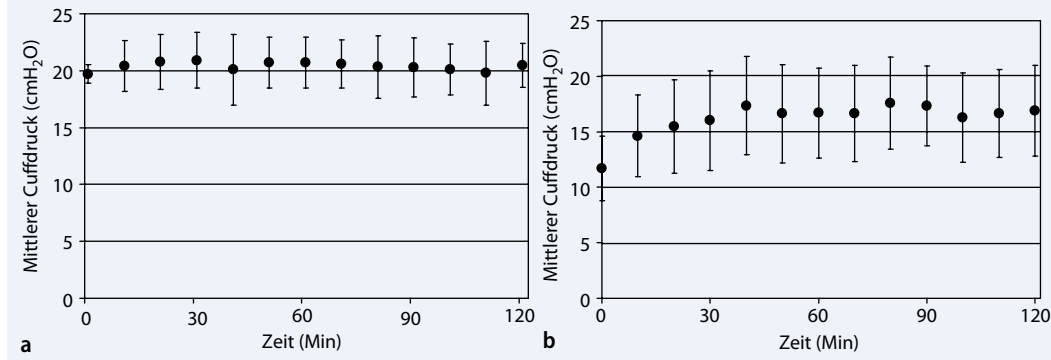
### Messdaten

Der Öffnungsdruck (initialer Cuffdruck in Gruppe A) der beiden geprüften Ventile lag bei  $19,7 \pm 0,8$  cmH<sub>2</sub>O (Ventil 1:  $19,5 \pm 0,9$  cmH<sub>2</sub>O und Ventil 2:  $19,9 \pm 0,5$  cmH<sub>2</sub>O;  $p = 0,179$ ). Der minimale Cuffdichtungsdruck (initialer Cuffdruck in Gruppe B) lag bei  $11,7 \pm 2,9$  cmH<sub>2</sub>O (Variationsbreite 6–16 cmH<sub>2</sub>O). Der Verlauf der Cuffdruckmittelwerte für Gruppe A und Gruppe B ist in **Abb. 2** dargestellt. Die mittleren Cuffdruckwerte in Gruppe A stabilisierten sich um einen Mittelwert von  $20,4 \pm 1,6$  cmH<sub>2</sub>O, während sie sich in Gruppe B um einen Mittelwert  $16,5 \pm 3,3$  cmH<sub>2</sub>O einpendelten (**Tab. 2**). Bei einem Patienten der Gruppe A kam es zu einem Überschreiten der Cuffdruckgrenze von 25 cmH<sub>2</sub>O. Der initiale Cuffdruck betrug bei diesem Patienten 21 cmH<sub>2</sub>O, stabilisierte sich dann bei 25 cmH<sub>2</sub>O und wurde nach 90 min bei einem Cuffdruckwert von 26 cmH<sub>2</sub>O, gemäß Studienprotokoll, auf 20 cmH<sub>2</sub>O zurückgesetzt. Die beiden Überdruckventile unterschieden sich hinsichtlich Maximalcuffdruckwerten im Verlauf der Messungen nicht (Ventil 1:  $21,3 \pm 3,7$  cmH<sub>2</sub>O, Variationsbreite 19–26 cmH<sub>2</sub>O; Ventil 2:  $20,3 \pm 2,9$  cmH<sub>2</sub>O, Variationsbreite 12–25 cmH<sub>2</sub>O;  $p = 0,688$ ).

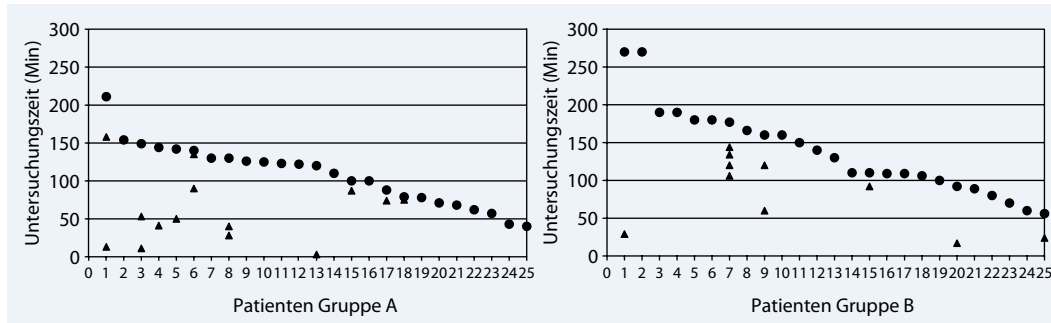
Insgesamt waren während der gesamten Untersuchungszeit von 103,1 h 24 Nachfüllmanöver nötig, 14 in Gruppe A und 10 in Gruppe B ( $p = 0,26$ ). Die meisten davon waren in der ersten Stunde erforderlich; dies ist auf Umlagerung der Patienten und damit Druckerhöhung im Pilotballon-Cuff-System mit konsekutiver Entlastung durch das Überdruckventil zurückzuführen (**Abb. 3**). Die minimalen Druckwerte waren für beide verwendeten Überdruckventile gleich:  $17,1 \pm 2,9$  cmH<sub>2</sub>O (Variationsbreite 12–21 cmH<sub>2</sub>O) und  $16,6 \pm 3,1$  cmH<sub>2</sub>O (Variationsbreite 12–20 cmH<sub>2</sub>O;  $p = 0,218$ ). Ebenso gab es keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Nachfüllmanöver zwischen den beiden Ventilen (13 vs. 11;  $p = 0,57$ ).

Hier steht eine Anzeige.





**Abb. 2** ◀ Verlauf der Cuffdruckwerte (Mittelwert, Standardabweichung). **a** Gruppe A (n=25), **b** Gruppe B (n=25)



**Abb. 3** ◀ Zeitliche Darstellung der Notwendigkeit für ein Nachfüllmanöver und der Untersuchungszeiten (Intubationsdauer), getrennt für jede der beiden Gruppen (n=25 Patienten). Dreieck Nachfüllmanöver; Kreis Intubationszeit

## Diskussion

### Bedeutung der Cuffdruckmessung

Tuben mit Cuff können bei Kindern sicher eingesetzt werden, sofern der gewählte Tubus die richtige Größe hat [9], der Cuff unterhalb des Krikoids platziert ist [37] und der Cuffdruck begrenzt wird [1, 17, 39]. Die Limitierung des Cuffdrucks ist in den neuesten Richtlinien der American Heart Association eine wichtige Bedingung für einen sicheren Einsatz von Trachealtuben mit Cuff bei Säuglingen und Kindern [1]. Ohne sorgfältige Überwachung des Cuffdrucks kommt es bereits initial bei der Insufflation und/oder später bei der Anwendung von Lachgas zur Cuffüberblähung mit entsprechender Morbidität, namentlich ischämisch bedingten Ulzerationen, Entzündungen und narbigen Stenosen bis zu seltenen, schweren Komplikationen wie der Trachealruptur [23, 33]. Seegobin u. van Hasselt [32] beschrieben die Beeinträchtigung der Mikroperfusion in der Trachealwand ab 30-cmH<sub>2</sub>O-Druckbelastung. Bedingt durch die tieferen arteriellen Blutdruckwerte bei Kindern sollte bei pädiatrischen Tuben ein Cuffdruck von 20–25 cmH<sub>2</sub>O nicht überschritten werden.

Wie von Felten et al. [14] gezeigt wurde, ist die Palpation des Pilotballons unzu-

verlässig, um überhöhte Cuffdrücke festzustellen, sodass beim Einsatz von Tuben mit Cuff generell ein Cuffdruckmonitoring gefordert werden muss. Bei Kindertuben mit Cuff kommt es bei Volumenzunahme aufgrund des kleineren Cuffvolumens und der geringeren Cuffcompliance sehr schnell zu einem starken Cuffdruckanstieg [3, 5]. Insbesondere das Aufblähen des Cuffs mit einem Manometerballon oder einer Spritze und die Kompression des Pilotballons können akute Cuffdruckanstiege verursachen. Ein langsamer, bei Kindertuben jedoch beschleunigter Cuffdruckanstieg wird durch Diffusion von Lachgas in den Cuff verursacht [8]. Es ist daher unerlässlich, den Cuffdruck gerade bei Kindern mit einem Manometer zu überwachen bzw. zu begrenzen.

### Getestetes Überdruckventil

Das in dieser Studie getestete Überdruckventil hat, abgesehen von einem Einzelereignis, Cuffdruckanstiege von >25 cmH<sub>2</sub>O verhindert. Interessanterweise waren die mittleren maximalen Cuffdruckwerte bzw. Öffnungsdruckwerte in der Gruppe B mit niedrigeren Ausgangscuffdruckwerten leicht tiefer (19,6 cmH<sub>2</sub>O) als in Gruppe A (22,0 cmH<sub>2</sub>O). Die beobach-

teten Cuffdruckabfälle sind auf drei Ursachen zurückzuführen:

- Bei Umlagerungen kommt es zu Cuffdruckanstiegen durch Kompression des Cuffs in der Trachea oder durch Kompression des Pilotballons. Das Überdruckventil entlastet, und es resultiert ein Druckabfall nach dem Manöver, wenn die Kompression wegfällt.
- Undichtigkeiten in den Steck- und Schraubverbindungen.
- Auswärtsdiffusion von Gasen aus dem Cuff entsprechend dem Druckgradienten.

Luftleckagen bei pädiatrischen Tuben sind in der Kinderanästhesie nichts Ungewöhnliches und können im Fall von Tuben mit Cuff in Kombination mit einem Cuffmanometer bei intermittierendem Cuffdruckabfall sehr schnell wieder behoben werden.

### Cuffdruckbegrenzung in der Intensivmedizin

In der Intensivmedizin sind intermittierende Leckagen aus der Sicht der Prävention von beatmungsassoziierten Pneumonien (BAP) unerwünscht, da sie zur Aspiration von kontaminierten subglottischen Sekretansammlungen entlang der Block-

manschette in den Tracheobronchialbaum führen [15]. Auch wenn die BAP in der pädiatrischen Intensivmedizin noch kein relevantes Problem darstellt (werden doch vielerorts Kinder ohne Cuff, mit nicht dicht abschließenden Tuben beatmet), ist dennoch eine kontinuierliche Aufrechterhaltung des Cuffdrucks bei Intensivpatienten, schon wegen einer konstanteren Beatmung und CO<sub>2</sub>-Kontrolle (Schädelhirntrauma, pulmonal-arterielle Hypertension, „Single-ventricle“-Physiologie), wünschenswert. Daher beschränkt sich der Einsatz des geprüften Überdruckventils auf die Kinderanästhesie sowie die Kindernotfallmedizin und ist für die Intensivmedizin nicht geeignet.

### Mechanisch-pneumatische bis vollautomatische Methoden zur Cuffdruckbegrenzung

In der Vergangenheit wurden unterschiedliche Systeme zur Cuffdruckkontrolle bzw. Entlastung vorgestellt (■ Tab. 3). Im Folgenden soll kurz auf einen mechanischen und 2 pneumatische Cuffdruckbegrenzer sowie auf 2 vollautomatische Geräte eingegangen werden.

Der Shiley pressure relief adaptor beruht ebenfalls auf einem Überdruckventil. Dieses kann sich aber nur während der Blockung öffnen, solange eine Spritze am Luer-Anschluss sitzt [20, 27]. Wird die Spritze entfernt, fällt ein Verschlussbolzen zurück, und das Cuffsystem wird verschlossen. Somit wird lediglich der Anfangsdruck begrenzt, und es fehlt eine dynamische Begrenzung für die gesamte Intubationsdauer. Der Grenzdruck ist bei diesem Ventil mit 25 mmHg (34 cmH<sub>2</sub>O) zu hoch und bietet damit bei Kindern keinen wirksamen Schutz vor ischämischen Druckschäden [27].

Der von Lanz entwickelte Tubus basiert auf einem Pilotballon mit großer Compliance, wodurch Volumenschwankungen im Cuff durch den Pilotballon ausgeglichen und Druckschwankungen vermindert werden [2, 23, 32]. Es wird ein Druck zwischen 22 und 25 mmHg (30 und 34 cmH<sub>2</sub>O) angestrebt, in dem das Lanz-System die größte Compliance aufweist. Bei der Lachgasnarkose wird somit nur ein sehr diskreter Druckanstieg beobachtet. Wie der Lanz-Tubus basiert der Latex-

**Tab. 2** Gemessene Cuffdruckwerte und Ereignisse

	Alle Patienten (n=50)	Gruppe A (n=25)	Gruppe B (n=25)
Initialer Cuffdruck (cmH <sub>2</sub> O)	–		
Mittelwert ± Standardabweichung		19,7±0,8	11,7±2,9
Variationsbreite		17–21	6–16
<b>Nachfüllereignisse</b>			
Alle	24	14	10
1. Stunde (n von n Patienten)	12 von 50	8 von 25	4 von 25
2. Stunde (n von n Patienten)	8 von 47	4 von 23	4 von 24
3. Stunde (n von n Patienten)	4 von 13	2 von 13	2 von 13
Manuelle Druckentlastungen (n)	1	1	–
Mittlere Cuffdruckwerte (cmH <sub>2</sub> O)	18,4±3,3 (n=660)	20,4±1,6 (n=292)	16,5±3,3 (n=368)
Maximale Cuffdruckwerte (cmH <sub>2</sub> O)	20,8±2,86 (12–26)	22,0±1,7 (19–26)	19,6±3,3 (12–25)
Minimale Cuffdruckwerte (cmH <sub>2</sub> O)	14,0±4,0 (6–21)	16,8±2,9 (12–21)	11,1±2,7 (6–16)

**Tab. 3** Übersicht über mechanische, pneumatische und elektronische Cuffdruckregler

Cuffdruckregler	Name des Gerätes	Autor	Jahr	Referenz
Mechanisch	Smith Pressure Easy	–	–	–
	CPRV A-01 Überdruckventil	Dullenkopf et al.	2005	[10]
	Einfache Spritze als Überdruckventil	MacMurdo u. Buffington	2004	[24]
	Shiley pressure relief adaptor	Khine et al.	1997	[20]
		Mehta u. Mickiewicz	1985	[27]
	Miller-Ventil	Miller	1992	[28]
		Payne u. Miller	1993	[31]
	Nottingham cuff inflator and controller	Mehta u. Mickiewicz	1985	[27]
Pneumatisch	Mallinckrodt constant cuff pressure and control device	Mehta u. Mickiewicz	1985	[27]
	NL System	Mehta u. Mickiewicz	1985	[27]
	Lanz-Tubus	Abud et al.	2005	[2]
		Loeser et al.	1978	[23]
		Seegobin u. van Hasselt	1984	[32]
	Brandt-Tubus	Brandt u. Pokar	1983	[4]
		Karasawa et al.	2002	[18]
		Karasawa et al.	2003	[19]
	Pilotballonkompression	Duguet et al.	2007	[6]
		Nseir et al.	2007	[30]
Elektronisch	Luftstrom	Farre et al.	2002	[13]
		Valencia et al.	2007	[35]
	Latexpilotballon	Yoneda et al.	1999	[41]
	Franklin cuff pressure regulating device	Mehta u. Mickiewicz	1985	[27]
	Rüsch Tubomat	Mehta u. Mickiewicz	1985	[27]
	US Patent Nr. 7.273.053 B2	Zocca	2007	–
	VBM	–	2007	–
	Tracoe	Kunitz et al.	2004	[22]
Grieshaber Air System	Vitkum et al.	1990	[36]	
	Cardiff Cuff Controller	Morris u. Latto	1985	[29]
		Willis et al.	1988	[40]
	Tracheal Tube Cuff Stabilizer	Kim	1980	[21]

ballon von Yoneda et al. auf einem Gasreservoir mit hoher Compliance [41].

Ein weiteres pneumatisches Druckbegrenzungssystem stellt der Brandt-Tu-

bus dar. Das Prinzip dieses Tubus beruht auf einem Pilotballon, dessen Membran die Auswärtsdiffusion von Lachgas in die Umgebungsluft erlaubt [4, 18, 19]. Nach

der Blockung des Cuffs kann der lachgasbedingte Druckanstieg auf ein Minimum begrenzt werden. In Versuchsreihen konnte gezeigt werden, dass sich der Druck nach einem initialen Anstieg auf einem konstanten Niveau einpendelt. Bei einem initialen Cuffdruck von ca. 15 mmHg (20 cmH<sub>2</sub>O) stellt sich der Cuffdruck auf diese Weise bei den meisten Patienten bei 22 mmHg (30 cmH<sub>2</sub>O) ein [4]. Eine Druckkontrolle mit dem Manometer ist dennoch empfehlenswert, da mit der Lachgasdiffusion nur ein Aspekt der Druckschwankungen berücksichtigt wird. Der Brandt-Tubus ist genauso wie der Lanz-Tubus nur einmal verwendbar und für Kinder nicht geeignet, da die Druckbegrenzung bei zu hohen Druckwerten stattfindet.

Vollautomatische, elektronische Geräte zur Cuffdruckkontrolle regulieren den Cuffdruck sehr zuverlässig innerhalb eines engen Schwankungsbereiches. Der Anästhesist stellt nach der Intubation den gewünschten Cuffdruck am Gerät ein, und es entfällt die Pflicht, den Druck regelmäßig zu kontrollieren und nachzuregulieren. Es wurden diverse solcher Geräte gebaut und vorgestellt. Zu den Neuere gehören die automatischen Cuffdruckregler von Tracoe [22] und VBM. Der Nachteil dieser Druckregulatoren ist, dass sie relativ teuer sind und sich deshalb im Klinikalltag noch nicht durchgesetzt haben. Zudem sind sie von einer Stromquelle (Akku, Batterie oder Netzspannung) abhängig, noch relativ groß und daher unhandlich.

### Einsatz und Abgrenzung des getesteten Überdruckventils

Das in dieser Untersuchung eingesetzte Überdruckventil hat sich für die Drucklimitierung bei Kindertuben mit Cuff in der klinischen Anwendung bewährt. Gegenüber vollautomatischen Geräten zeichnet es sich v. a. durch den niedrigen Preis aus. Es lässt sich einfach desinfizieren und wieder verwenden. Außerdem wird durch die geringe Größe und die Handlichkeit eine universelle Anwendung ermöglicht (Rettungsdienst, Notfallstation, Anästhesie). Gegenüber den herkömmlichen verfügbaren pneumatischen und mechanischen Systemen hat

es den Vorteil, dass es den Cuffdruck im Bereich von 20 cmH<sub>2</sub>O und nicht, wie die bisherigen Geräte, bei 20–25 mmHg (27–34 cmH<sub>2</sub>O) entlastet. Modifikationen des getesteten Überdruckventils mit 40- oder 60-cmH<sub>2</sub>O-Öffnungsdruck könnten in Zukunft auch bei supraglottischen Atemwegen zur Druckbegrenzung angewandt werden [25, 26].

Im Gegensatz zu den automatischen Cuffdruckreglern eignet es sich nicht dazu, Cuffdruckverluste durch Umlagerung, Husten oder Wegdiffusion von Gasen zu kompensieren und ist damit für den Einsatz bei Intensivpatienten nicht geeignet. Weiterhin ist der Öffnungsdruckwert nicht verstellbar. Werden ausnahmsweise Cuffdruckwerte von mehr als 20–25 mmH<sub>2</sub>O benötigt, ist dieses Druckventil nicht geeignet. Außerdem lässt es sich nicht im Magnetresonanztomographen einsetzen, da es Metall und eine Magnetfeder enthält.

In der vorliegenden Evaluation wurden nur 2 Überdruckventile getestet und dies über eine Zeitspanne von 3 Monaten. Die Ergebnisse lassen keine Aussagen über die Langzeitstabilität des Überdruckventils zu. Überprüfung bzw. Sicherstellung dieser Aspekte gehören in den Zuständigkeitsbereich des Herstellers.

### Fazit für die Praxis

**Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass das getestete Überdruckventil zur intraoperativen Cuffdruckbegrenzung bei 20 cmH<sub>2</sub>O für die Anwendung bei Kindern und Adoleszenten geeignet ist. Die Zuschaltung dieses einfach zu handhabenden Überdruckventils erhöht die Patientensicherheit beim Einsatz von Tuben mit Cuff im Hinblick auf die Verhinderung ischämischer und mechanischer Schädigungen der Trachea. Für die Aufrechterhaltung des Cuffdrucks bei Intensivpatienten ist es nicht geeignet. Die Anwendung eines Cuffüberdruckventils mit höheren Öffnungsdruckwerten für supraglottische Atemwegshilfen wäre wünschenswert.**

### Korrespondenzadresse

**PD Dr. M. Weiss**

Anästhesieabteilung, Universitäts-Kinderkliniken Zürich  
Steinwiesstraße 75, Zürich  
Schweiz  
markus.weiss@kispi.uzh.ch

**Interessenkonflikt.** Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkte in dem Artikel genannt sind, bestehen. Die getesteten Überdruckventile wurden vom lokalen Produktelieferanten kostenlos zur Verfügung gestellt. PD Dr. med. M. Weiss ist Berater der Fa. Covidien, Boulder, Colorado, die gecuffte Kindertuben herstellt und vertreibt.

### Literatur

1. American Heart Association (AHA) (2005) Pediatric basic and advanced life support. *Circulation* 112:73–90
2. Abud TM, Braz JR, Martins RH et al (2005) The Lanz endotracheal tube decreases tracheal injury in dogs. *Can J Anaesth* 52:878–882
3. Bernet V, Dullenkopf A, Cannizzaro V et al (2006) An in vitro study of the compliance of paediatric tracheal tube cuffs and tracheal wall pressure. *Anaesthesia* 61:978–983
4. Brandt L, Pokar H (1983) Das Rediffusionssystem. *Anaesthesist* 32:459–464
5. Devys JM, Schavuliege F, Taylor G et al (2004) Cuff compliance of pediatric and adult cuffed tracheal tubes: an experimental study. *Paediatr Anaesth* 14:676–680
6. Duguet A, D'Amico L, Biondi G et al (2007) Control of tracheal cuff pressure: a pilot study using a pneumatic device. *Intensive Care Med* 33:128–132
7. Dullenkopf A, Bernet-Buettiker V, Maino P et al (2006) Performance of a novel pressure release valve for cuff pressure control in pediatric tracheal tubes. *Paediatr Anaesth* 16:19–24
8. Dullenkopf A, Gerber AC, Weiss M (2004) The microcuff tube allows a longer time interval until unsafe cuff pressures are reached in children. *Can J Anaesth* 51:997–1001
9. Dullenkopf A, Gerber AC, Weiss M (2005) Fit and seal characteristics of a new paediatric tracheal tube with high volume-low pressure polyurethane cuff. *Acta Anaesthesiol Scand* 49:232–237
10. Dullenkopf A, Gerber AC, Weiss M (2005) Nitrous oxide diffusion into tracheal tube cuffs – efficacy of a new prototype cuff pressure release valve. *Acta Anaesthesiol Scand* 49:1072–1076
11. Dullenkopf A, Gerber AC, Weiss M (2004) Nitrous oxide diffusion into tracheal tube cuffs: comparison of five different tracheal tube cuffs. *Acta Anaesthesiol Scand* 48:1180–1184
12. Erb T, Frei FJ (2001) Die Wahl des endotrachealen Tubus beim Säugling und Kleinkind: mit oder ohne Cuff? *Anaesthesist* 50:395–400
13. Farre R, Rotger M, Ferre M et al (2002) Automatic regulation of the cuff pressure in endotracheally intubated patients. *Eur Respir J* 20:1010–1013
14. Felten ML, Schmautz E, Delaporte-Cerceau S et al (2003) Endotracheal tube cuff pressure is unpredictable in children. *Anesth Analg* 97:1612–1616
15. Gopalareddy V, He Z, Soundar S et al (2008) Assessment of the prevalence of microaspiration by gastric pepsin in the airway of ventilated children. *Acta Paediatr* 97:55–60

16. Ho AM, Aun CS, Karmakar MK (2002) The margin of safety associated with the use of cuffed paediatric tracheal tubes. *Anaesthesia* 57:173–175
17. James I (2001) Cuffed tubes in children. *Paediatr Anaesth* 11:259–263
18. Karasawa F, Okuda T, Mori T et al (2002) Maintenance of stable cuff pressure in the Brandt tracheal tube during anaesthesia with nitrous oxide. *Br J Anaesth* 89:271–276
19. Karasawa F, Takita A, Mori T et al (2003) The Brandt tube system attenuates the cuff deflationary phenomenon after anaesthesia with nitrous oxide. *Anesth Analg* 96:606–610, table of contents
20. Khine HH, Corddry DH, Ketrck RG et al (1997) Comparison of cuffed and uncuffed endotracheal tubes in young children during general anaesthesia. *Anesthesiology* 86:627–631
21. Kim JM (1980) The tracheal tube cuff pressure stabilizer and its clinical evaluation. *Anesth Analg* 59:291–296
22. Kunitz O, Jansen R, Ohnsorge E et al (2004) Cuffdruckmessung und Regelung im Erwachsenenalter. *Anaesthesist* 53:334–340
23. Loeser EA, Hodges M, Gliedman J et al (1978) Tracheal pathology following short-term intubation with low- and high-pressure endotracheal tube cuffs. *Anesth Analg* 57:577–579
24. Mac Murdo SD, Buffington CW (2004) Brand and size matter when choosing a syringe to relieve pressure in a tracheal tube cuff. *Anesth Analg* 99:1445–1449
25. Maino P, Dullenkopf A, Bernet V et al (2005) Nitrous oxide diffusion into the cuffs of disposable laryngeal mask airways. *Anaesthesia* 60:278–282
26. Maino P, Dullenkopf A, Keller C et al (2006) Cuff filling volumes and pressures in pediatric laryngeal mask airways. *Paediatr Anaesth* 16:25–30
27. Mehta S, Mickiewicz M (1985) Pressure in large volume, low pressure cuffs: its significance, measurement and regulation. *Intensive Care Med* 11:267–272
28. Miller DM (1992) A pressure regulator for the cuff of a tracheal tube. *Anaesthesia* 47:594–596
29. Morris JV, Latto IP (1985) An electropneumatic instrument for measuring and controlling the pressures in the cuffs of tracheal tubes: „the Cardiff Cuff Controller“. *J Med Eng Technol* 9:229–230
30. Nseir S, Duguet A, Copin MC et al (2007) Continuous control of endotracheal cuff pressure and tracheal wall damage: a randomized controlled animal study. *Crit Care* 11:R109
31. Payne KA, Miller DM (1993) The Miller tracheal cuff pressure control valve. Clinical use in controlled and spontaneous ventilation. *Anaesthesia* 48:324–327
32. Seegobin RD, van Hasselt GL (1984) Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)* 288:965–968
33. Striebel HW, Pinkwart LU, Karavias T (1995) Trachealruptur durch zu stark geblockte Tubusmanschette. *Anaesthesist* 44:186–188
34. Tu HN, Saidi N, Leiutaud T et al (1999) Nitrous oxide increases endotracheal cuff pressure and the incidence of tracheal lesions in anesthetized patients. *Anesth Analg* 89:187–190
35. Valencia M, Ferrer M, Farre R et al (2007) Automatic control of tracheal tube cuff pressure in ventilated patients in semirecumbent position: a randomized trial. *Crit Care Med* 35:1543–1549
36. Vitkun SA, Lagasse RS, Kyle KT et al (1990) Application of the Grieshaber air system to maintain endotracheal tube cuff pressure. *J Clin Anesth* 2:45–47
37. Weiss M, Dullenkopf A, Gerber AC (2004) Der Microcuff Pädiatrietubus – Ein neuer Endotrachealtubus mit Hochvolumen-Niederdruck-Cuff für Kinder. *Anaesthesist* 53:73–79
38. Weiss M, Dullenkopf A, Gysin C et al (2004) Shortcomings of cuffed paediatric tracheal tubes. *Br J Anaesth* 92:78–88
39. Weiss M, Gerber AC (2006) Cuffed tracheal tubes in children – things have changed. *Paediatr Anaesth* 16:1005–1007
40. Willis BA, Latto IP, Dyson A (1988) Tracheal tube cuff pressure. Clinical use of the Cardiff Cuff Controller. *Anaesthesia* 43:312–314
41. Yoneda I, Watanabe K, Hayashida S et al (1999) A simple method to control tracheal cuff pressure in anaesthesia and in air evacuation. *Anaesthesia* 54:975–980

## Hygiene im Alltag

Seuchen wie Cholera, Pest oder Typhuserkrankungen konnten in den westlichen Ländern bereits im 19. Jahrhundert weitgehend eradiziert werden. Doch auch heutzutage sind Impfungen und Hygienemaßnahmen von großer Bedeutung, um Einschleppungen alter und neuer Infektionskrankheiten aus aller Welt wirksam zu bekämpfen. Im Klinikalltag wird zwar auf hohe hygienische Standards ohnehin Wert gelegt, doch auch im privaten Bereich sollten Infektionserreger nicht unterschätzt werden.



Die Ausgabe 11/2008 der Zeitschrift „Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz“ befasst sich daher insbesondere mit Fragen

zur Hygiene im Alltag.

Die persönliche Hygiene als Mittel zur Verhütung von Infektionen wird unter vielen Gesichtspunkten beleuchtet. Im Vordergrund stehen immer auch konkrete Handlungs- und Hygieneempfehlungen, welche eine direkte Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse erleichtern sollen.

Das Heft enthält Beiträge u. a. zu diesen Themenschwerpunkten:

- Infektionsrisiken im häuslichen Umfeld
- Psychologie der Alltagshygiene
- Mit Wasser und Seife gegen die Grippe
- Hygienebestimmungen für Kinderkrippen und Kitas im Umgang mit Lebensmitteln
- Mundhygiene

Bestellen Sie diese Ausgabe zum Preis von EUR 13,50 zzgl. Versandkosten unter folgender Adresse:

### Springer Customer Service Center

Kundenservice Zeitschriften

Haberstraße 7

69126 Heidelberg

Tel.: +49 6221-345-4303

Fax.: +49 6221-345-4229

E-Mail: [leserservice@springer.com](mailto:leserservice@springer.com)