

МОНИТОРИНГ ДАВЛЕНИЯ В МАНЖЕТЕ ЭНДОТРАХЕАЛЬНОЙ ТРУБКИ У ДЕТЕЙ

В. В. Лазарев¹, Е. М. Коптева², Л. Е. Цыпин¹, И. Г. Хамин², Д. В. Дорохов

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова;
Кафедра детской анестезиологии и интенсивной терапии, Москва

² ФГУ Российская детская клиническая больница Минздравсоцразвития, Москва

Endotracheal Tube Cuff Pressure Monitoring in Children

V. V. Lazarev¹, E. M. Kopteva², L. E. Tsy-pin¹, I. G. Khamin², D. V. Dorokhov

¹ Department of Pediatric Anesthesiology and Intensive Care,

N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

² Russian Children's Clinical Hospital, Ministry of Health and Social Development, Moscow, Russian Federation

Цель исследования — оценка морфологических изменений трахеи у детей с учетом применения устройства непрерывного мониторинга и регуляции давления в манжете эндотрахеальной трубки. **Материал и методы.** Обследованы две группы детей. В группе А (22 ребенка) от 2-х месяцев до 16-и лет, оценивали адекватность метода пальпации внешнего контрольного баллона в отношении определения давления в манжете эндотрахеальной трубки. В группе Б (12 детей от 5-и до 18-и лет, находившихся на ИВЛ более 3-х суток), оценивали эффективность и целесообразность применения устройства для мониторинга давления в манжете эндотрахеальной трубки «Pressure Easy», с позиции профилактики постинтубационных трахеальных осложнений. В ней были выделены основная подгруппа (Б1) — 8 пациентов, где использовалось данное устройство, и контрольная (Б2) — 4 пациента, где оно не применялось. **Результаты.** В группе А выявлено, что в 31,8% случаев давление в манжете эндотрахеальной трубки было 20–30 см вод. ст., в 36,4% превышало 30 см вод. ст. и в 31,8% было ниже 20 см вод. ст. У детей группы Б в подгруппе Б1 отмечали значительно меньшие макро- и микроскопические гистологические изменения по сравнению с подгруппой Б2. **Заключение.** Определение давления в манжете эндотрахеальной трубки методом пальпации внешнего контрольного баллона не отражает его реальных значений. Степень изменений трахеи более интенсивна при отсутствии постоянного контроля и регуляции давления в манжете эндотрахеальной трубки. Устройство для мониторинга давления в манжете эндотрахеальной трубки «PressureEasy» позволяет поддерживать его в динамике на заданном уровне, уменьшая повреждающее действие манжеты на ткани трахеи. **Ключевые слова:** эндотрахеальная трубка, манжета, гистология, ишемия, профилактика, давление, трахея.

Objective: to estimate tracheal morphological changes in children, by using a device for the continuous monitoring and regulation of endotracheal tube cuff pressure. **Subjects and methods.** Two groups of children were examined. In Group A comprising 22 children aged 2 months to 16 years, the adequacy of the external control balloon palpation method was estimated to measure endotracheal tube cuff pressure. In Group B consisting of 12 children aged 5 to 18 years on mechanical ventilation for more than 3 days, the efficiency and appropriateness of applying a PressureEasy device for monitoring the pressure in the endotracheal tube cuff were assessed to prevent postintubation tracheal complications. In the latter group, the authors identified a study subgroup (BI) of 8 patients where this device was employed and a control group of 4 patients (BII) where it was not used. **Results.** Group A showed that endotracheal tube cuff pressure was 20–30 cm H₂O in 31.8% of cases, greater than 30 cm H₂O in 36.4%, and lower than 20 cm H₂O in 31.8%. Subgroup BI displayed considerably lower macro- and microscopic histological changes than Subgroup BII. **Conclusion.** Determination of endotracheal tube cuff pressure by palpation of the external control balloon does not reflect its real values. The magnitude of tracheal changes is more intensive if continuous monitoring and regulation of pressure in the endotracheal tube cuff is absent. The PressureEasy device to monitor endotracheal tube cuff pressure permits its variability maintenance at a given level, by mitigating the damaging effect of the cuff on tracheal tissue. **Key words:** endotracheal tube, cuff, histology, ischemia, prevention, pressure, trachea.

Введение

Постинтубационные осложнения остаются актуальной проблемой в анестезиологии и интенсивной терапии. Одним из важнейших направлений в данной области является профилактика последствий продленной интубации.

По данным разных источников, на каждые 100 интубаций у взрослых пациентов приходится около 20–50 случаев повреждения трахеи [1–6]. Частота постинтубационных трахеальных осложнений у взрослых колеблется от 1 до 19% [7]. При длительной ИВЛ частота повреждений гортани и трахеи более значима — 14–80% [8–10]. У детей, перенесших интубацию трахеи, патологические изменения в гортани и начальном отделе трахеи имеют место в 4–12% случаев [11–14].

На настоящий момент бесспорным считается, что большинство постинтубационных трахеальных ослож-

Адрес для корреспонденции (Correspondence to):

Лазарев Владимир Викторович
E-mail: lazarev_vv@inbox.ru

нений являются результатом продолжительного давления манжеты эндотрахеальной трубки на чувствительные к ишемии структуры дыхательных путей. Поэтому поддержание оптимального уровня давления в манжете является ключевым профилактическим мероприятием при инвазивной вентиляции легких [15–17].

Чрезмерное завышение давления в манжете эндотрахеальной трубки до уровня, превышающего капиллярное перфузионное давление в слизистой трахеи, приводит к ишемической травме стенки трахеи [18]. Недостаточное раздувание манжеты является причиной серьезного осложнения — вентилятор-ассоциированной пневмонии (ВАП). Устойчиво низкое давление в манжете эндотрахеальной трубки было определено как фактор риска для ВАП [19].

Оптимальный диапазон давления в манжете эндотрахеальной трубки для взрослых и детей старшего возраста — 20–30 см вод. ст. [18, 20–22]. У детей младше 8-и лет имеются рекомендации по поддержанию давления, не превышающего показатель 20 см вод.ст. [23, 24].

Факторами, способствующими развитию патологии гортани и трахеи у детей на фоне интубации, являются их анатомо-гистологические особенности, которые обуславливают узкий диапазон резервных функциональных возможностей и слабую резистентность к повреждающим факторам [25]. К названным особенностям следует отнести наличие в подскладочном отделе рыхлой соединительной ткани, содержащей сосуды и клетки, участвующие в реализации воспаления; анатомическую узость просвета верхних дыхательных путей; небольшую толщину и легкую ранимость эпителиального покрова [26].

Несмотря на значительное количество работ, посвященных изучению вопроса профилактики постинтубационных осложнений, данная проблема остается недостаточно изученной, особенно в области непрерывного мониторинга и регуляции адекватного давления в манжете эндотрахеальной трубки. Остаются недостаточно исследованными возрастные особенности, механизм и сроки формирования различных трахеальных осложнений, наиболее эффективные методы профилактики их возникновения.

Представляется важным продолжение изучения морфологических изменений, протекающих в трахее у детей вследствие воздействия раздутой манжеты с учетом давления в ней и поддержания адекватных параметров искусственной вентиляции легких.

Материал и методы

В исследование было включено 34 ребенка. Из них у 22 детей (группа А) в возрасте от 2-х месяцев до 16-и лет, поступивших в отделение реанимации из операционного блока после проведенных плановых операций и требующих продолжения ИВЛ в послеоперационном периоде, оценивалась адекватность метода пальпации внешнего контрольного баллона в отношении определения давления в манжете эндотрахеальной трубки. Пациентов с прогнозируемой трудной интубацией, анатомическими аномалиями гортани и трахеи в исследование не включали.

В операционной уровень давления в манжете интубационной трубки определялся путем пальпации внешнего кон-

трольного баллона. После перевода ребенка в отделение реанимации и интенсивной терапии в течение первого часа проводилось определение внутриманжеточного давления с помощью манометра для мониторинга давления в манжете эндотрахеальной трубки «Portex™» (Smiths Medical Int., Великобритания). Регистрацию уровня давления проводили без учета размера, вида, формы, производителя эндотрахеальной трубки. При необходимости проводили коррекцию внутриманжеточного давления. После плановой экстубации у больных оценивали дыхательные функции, состояние голоса.

У 12-и пациентов (группа Б) от 5-и до 18-и лет с различной патологией, находившихся на ИВЛ более 3-х суток, выполняли оценку эффективности и целесообразности применения устройства для мониторинга давления в манжете эндотрахеальной трубки «Pressure Easy» (Smiths Medical Int., Великобритания), с позиции профилактики постинтубационных трахеальных осложнений. В ней выделены основная (Б1) — 8 пациентов и контрольная подгруппы (Б2) — 4 пациента.

Устройство «Pressure Easy» предназначено для полуконтрольного мониторинга давления в манжете большого объема низкого давления (БОНД) в процессе использования на безопасном уровне 20–30 см вод. ст., что определяется по наличию зеленой метки в индикаторном окне устройства. Согласно инструкции производителя, при поддержании давления в указанном диапазоне данное устройство должно защищать как от аспирации, так и от повреждения трахеи. Изделие оснащено функцией обратной связи — дополнительной магистралью, соединяемой с коннектором эндотрахеальной трубки и позволяющей кратковременно автоматически повышать давление в манжете для обеспечения герметичности в момент достижения пиковых значений давления в дыхательном контуре, с последующим возвращением к исходному уровню давления в манжете.

В Б1 подгруппе проводили постоянный контроль давления в манжете интубационной трубки с помощью данного устройства и корректирующее дискретное измерение давления с помощью манометра «Portex™» 2 раза в сутки. В Б2 подгруппе не использовали устройство для постоянного контроля внутриманжеточного давления, а проводили только дискретное измерение давления 2 раза в сутки.

Для визуализации состояния трахеи использовали фибробронхоскоп LF-GP, Olympus (Япония).

ИВЛ у пациентов проводили аппаратами AVEA, Viasys (США), Servo-i, Maquet (Германия), Newport E150 (США). Режимы ИВЛ поддерживали в соответствии с возрастными и антропометрическими характеристиками, с учетом наличия патологии легких.

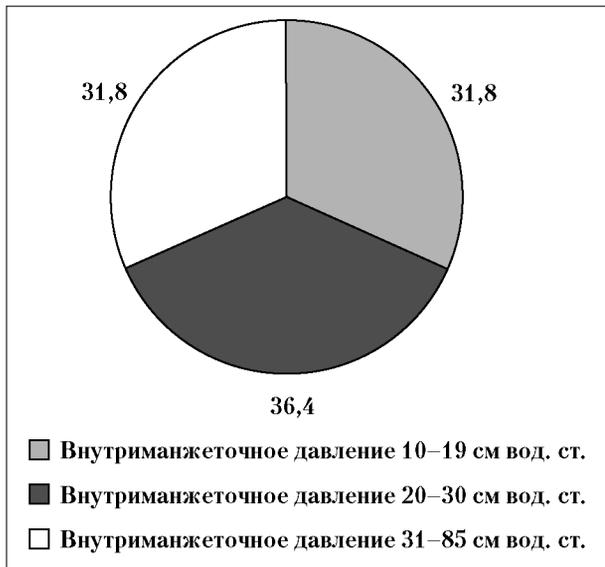
Трахеоскопию проводили через 3–5 часов и на 3-и сутки после интубации трахеи, затем на момент наложения трахеостомии или экстубации (в зависимости от клинической ситуации), что соответствовало 7–10-м суткам.

Материал для гистологического исследования получали только во время проведения операции трахеостомии, когда проводили биопсию из макроскопически наиболее измененных участков трахеи в области ее контакта с манжетой интубационной трубки. Полученные фрагменты тканей трахеи фиксировали в 10% растворе формалина.

Результаты и обсуждение

У обследованных 22-х пациентов (группа А), выявлено колебание внутриманжеточного давления в пределах от 10 до 85 см вод. ст. Из них, у 7-и (31,8%) давление в манжете эндотрахеальной трубки было в диапазоне — 20–30 см вод. ст., у 8-и пациентов (36,4%) давление превышало 30 см вод. ст. и у 7-и (31,8%) было ниже 20 см вод. ст. (см. рисунок).

В группе пациентов с завышенным давлением в манжете эндотрахеальной трубки после экстубации был зарегистрирован один случай выраженного по-



Частота встречаемости значений давления в манжете эндотрахеальной трубки, определяемых непосредственно при поступлении пациентов в послеоперационное отделение.

стинтубационного стеноза трахеи, потребовавший в последующем продолжения ИВЛ. У других обследованных детей после экстубации не было значимых изменений функции дыхания и голоса.

В БI подгруппе при использовании устройства для мониторинга давления в манжете эндотрахеальной трубки «Pressure Easy» зеленый индикатор постоянно был виден в контрольном окне, указывая на достижение целевого давления в манжете на уровне 20–30 см вод. ст. При дискретном измерении манометром это подтверждалось: у всех пациентов внутриманжеточное давление было в указанных пределах.

В БII подгруппе были зафиксированы как высокие, так и низкие цифры внутриманжеточного давления. У трех больных отмечали значения в диапазоне от 30 до 40 см вод. ст. У одного ребенка 17-и лет с генерализованной формой миастении были зарегистрированы низкие значения давления в манжете эндотрахеальной трубки — от 12 до 20 см вод. ст. (на протяжении 3-х суток контроля), однако это не отразилось на параметрах ИВЛ, которые соответствовали его возрастным и антропометрическим данным. На 3-и сутки ребенок был экстубирован без каких-либо осложнений.

У всех больных БI подгруппы при эндоскопическом исследовании трахеи в области контакта с раздутой манжетой эндотрахеальной трубки в 1-е сутки отмечалась умеренная гиперемия слизистой; на 3-и сутки — гиперемия была более выраженной, появлялась незначительная отечность слизистой, единичные точечные кровоизлияния. У 3-х пациентов данной подгруппы выполнили трахеостомию, во время которой была произведена биопсия тканей трахеи из области контакта с манжетой эндотрахеальной трубки для гистологического исследования (у одного пациента — на 7-е сутки и у двух — на 10-е сутки). Во всех случаях макроскопически определялась гиперемия и отечность слизистой, в двух случаях — единич-

ные кровоизлияния. Микроскопически у двух пациентов в препаратах выявлены мелкие эрозивные участки, отечность слизистой, отсутствие реснитчатого эпителия, лимфолейкоцитарная инфильтрация вокруг желез, и у одного пациента в препарате отмечены невыраженные эрозивные участки на слизистой, воспалительная инфильтрация в подслизистом слое.

При трахеоскопии у всех пациентов БII подгруппы на 1-е сутки после интубации выявлены незначительные изменения — гиперемия слизистой, на 3-и сутки у трех больных более значимые изменения в виде отечности, множественных кровоизлияний, участков ишемии, кровоточивости при контакте фибробронхоскопа со слизистой. У одного из пациентов эрозии были покрыты фибрином. У больного с зарегистрированными низкими значениями внутриманжеточного давления при эндоскопическом исследовании даже на 3-и сутки (на момент экстубации) не выявлено грубых изменений на слизистой оболочке трахеи в области контакта с раздутой манжетой, отмечалась только умеренная гиперемия.

Двум пациентам БII подгруппы (с завышенными цифрами внутриманжеточного давления) была произведена трахеостомия на 10-е сутки. Макроскопически выявлена отечность слизистой трахеи в проекции контакта с раздутой манжетой эндотрахеальной трубки, участки ишемии, множественные кровоизлияния, эрозии. Гистологически во взятых биоптатах определяли признаки язвенно-некротического трахеита, множественные участки эрозий и некроза, выраженная отечность слизистой, поверхностный эпителий с очагами плоскоклеточной метаплазии; в подслизистом слое — незрелая соединительная ткань с воспалительной инфильтрацией.

У одного пациента из БII подгруппы изучен аутопсийный материал на 11-е сутки после интубации трахеи. Макроскопически в области контакта раздутой манжеты эндотрахеальной трубки с тканями трахеи и нижней части гортани выявлены точечные и очаговые (диаметром до 0,5 см) кровоизлияния на протяжении 2,5 см. Микроскопически выявлены эрозии и участки некроза с наложениями эритроцитов, поверхностный эпителий с очагами плоскоклеточной метаплазии.

В обеих группах при биопсии не было выявлено изменений в хрящевой ткани.

Сопоставляя данные макроскопических и микроскопических изменений трахеи в области расположения манжеты эндотрахеальной трубки у пациентов группы Б, были отмечены выраженные нарушения тканей с тенденцией к некротическим изменениям в подгруппе БII, где не применялся непрерывный мониторинг давления в манжете эндотрахеальной трубки.

Заключение

Определение давления в манжете эндотрахеальной трубки методом пальпации внешнего контрольного баллона не отражает его реальных значений. Достоверный контроль давления в манжете БОНД трахеальной трубки необходим.

Несоблюдение режима внутриманжеточного давления может привести к морфологическим изменениям в трахее, соответствующим ишемическому повреждению.

Степень изменений в тканях трахеи у детей зависит от сроков ИВЛ и от уровня давления в манжете эндотрахеальной трубки.

Литература

1. Лихванцев В. В., Селиванов Д. Д., Федоров С. А. и соавт. Особенности проведения сочетанной анестезии с сохраненным спонтанным дыханием пожилым больным. *Общая реаниматология* 2011; VII (6): 46–52.
2. Мороз В. В., Лихванцев В. В., Федоров С. А. и соавт. Общая анестезия с сохраненным спонтанным дыханием через интубационную трубку. *Общая реаниматология* 2010; VI (4): 43–48.
3. Подкаменев В. В., Ковалева И. А., Субботина М. В. и соавт. Травматический отрыв трахеи у ребенка: случай успешного лечения. *Детская хирургия* 2003; 4: 49–50.
4. Трунин Е. М., Михайлов А. П. Лечение ранений и повреждений шеи. СПб.: ЭЛБИ-СПб.; 2004.
5. Vanner R. G. Cricoid pressure in chaos. *Anaesthesia* 1998; 53 (1): 94–95.
6. Williamson R. Blind nasotracheal intubation. *Anaesth. Intensive Care* 1998; 26 (3): 331–333.
7. Stauffer J. L., Olson D. E., Petty T. L. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheostomy. *Am. J. Med.* 1981; 70 (1): 65–76.
8. Фоломеев В. Н. Восстановительное лечение больных с постинтубационными стенозами гортани и трахеи: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М. 2001.
9. Хасанов У. С. Этиология и патогенез постинтубационных рубцовых стенозов гортани и трахеи. *Вестн. оториноларингологии* 2005; 4: 56–58.
10. Gasparovic S., Lajtmán Z. Complications after prolonged intubation in patients with head trauma. *Lijec Vjesn.* 1995; 117 (5–6): 130–132.
11. Асланян Г. Г. Интубационные ларинго-трахеальные осложнения у детей (причины и пути профилактики). *Вестн. оториноларингологии* 1986; 5: 55–60.
12. Цветков Э. А. Современные проблемы этиологии и лечения рубцовых стенозов гортани у детей. *Новости оториноларингологии и логопатологии* 1996; 3–4: 76–78.
13. Чирешкин Д. Г. Хроническая обструкция гортанной части глотки, гортани и трахеи у детей. *Этиология, клиника и методы устранения.* М.: Рапид-Принт; 1994.
14. Fraga J. C., Schopf L., Forte V. Thyroid alar cartilage laryngotracheal reconstruction for severe pediatric subglottic stenosis. *J. Pediatr. Surg.* 2001; 36 (8): 1258–1261.
15. Craven D. E., Steger K. A. Epidemiology of nosocomial pneumonia. New concepts on an old disease. *Chest* 1995; 108 (2 Suppl): 1S–16S.
16. Estes R. J., Meduri G. U. The pathogenesis of ventilator-associated pneumonia: I. Mechanisms of bacterial transcolonization and airway inoculation. *Intensive Care Med.* 1995; 21 (4): 365–383.
17. Stauffer J. L. Complications of translaryngeal intubation. In: Tobin M. J. (ed.). *Principles and practice of mechanical ventilation.* New York: McGraw-Hill Inc; 1994.
18. Sengupta P., Sessler D. I., Maglinger P. et al. Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals, and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiol.* 2004; 4 (1): 8.
19. Rello J., Sonora R., Jubert P. et al. Pneumonia in intubated patients: role of respiratory airway care. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154 (1): 111–115.
20. Bernhard W. N., Yost L., Joynes D. et al. Intracuff pressures in endotracheal and tracheostomy tubes. Related cuff physical characteristics. *Chest* 1985; 87 (6): 720–725.
21. Lomholt N. A device for measuring the lateral wall cuff pressure of endotracheal tubes. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 1992; 36 (8): 775–778.
22. Seegobin R. D., van Hasselt G. L. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.)* 1984; 288 (6422): 965–968.
23. Spiegel J. E. Endotracheal Tube Cuffs: Design and function anesthesiology news guide to airway management. 2010. 51–58.
24. Wheeler M., Cote C. J., Todres I. D. The pediatric airway. In: Cote C. J., Lerman J., Todres I. D. (eds.). *A Practice of Anesthesia for Infants and Children.* 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009. 237–279.
25. Соколова О. Г., Кротов Ю. А., Чернышев А. К. и соавт. Факторы риска развития постинтубационных стенозов гортани и начального отдела трахеи у детей. *Росс. оториноларингология* 2006; 2 (21): 76–77.
26. Солдатский Ю. Л., Виноградова Т. В. Особенности состояния иммунной системы у детей с рубцовыми стенозами гортани и трахеи. *Вестн. оториноларингологии.* 2002; 4: 55–58.

Устройство для мониторинга давления в манжете эндотрахеальной трубки «Pressure Easy» дает наглядное представление о значении внутриманжеточного давления и позволяет поддерживать его в динамике на заданном уровне, уменьшая повреждающее действие манжеты на ткани трахеи.

References

1. Likhvantsev V. V., Selivanov D. D., Fedorov S. A. et al. Specific features of mixed anesthesia with preserved spontaneous breathing in elderly patients. *Obshchaya Reanimatologiya «(In Rus.)»* 2011; VII (6): 46–52.
2. Moroz V. V., Likhvantsev V. V., Fedorov S. A. et al. General anesthesia with preserved spontaneous breathing through an intubation tube. *Obshchaya Reanimatologiya «(In Rus.)»* 2010; VI (4): 43–48.
3. Podkamenev V. V., Kovaleva I. A., Subbotina M. V. et al. Traumatic tracheal avulsion in a child: a case of successful treatment. *Detskaya Khirurgiya «(In Rus.)»* 2003; 4: 49–50.
4. Trunin E. M., Mikhailov A. P. Treatment for neck wounds and injuries. Saint Petersburg: ELBI-SPb.; 2004.
5. Vanner R. G. Cricoid pressure in chaos. *Anaesthesia* 1998; 53 (1): 94–95.
6. Williamson R. Blind nasotracheal intubation. *Anaesth. Intensive Care* 1998; 26 (3): 331–333.
7. Stauffer J. L., Olson D. E., Petty T. L. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheostomy. *Am. J. Med.* 1981; 70 (1): 65–76.
8. Folomeev V. N. Rehabilitative treatment in patients with postintubation laryngeal and tracheal stenoses: Abstract of dissertation for Doctor of Medical Sciences. Moscow, 2001.
9. Khasanov U. S. The etiology and pathogenesis of postintubation scarring stenoses of the larynx and trachea. *Vestnik Otorinolaringologii «(In Rus.)»* 2005; 4: 56–58.
10. Gasparovic S., Lajtmán Z. Complications after prolonged intubation in patients with head trauma. *Lijec Vjesn.* 1995; 117 (5–6): 130–132.
11. Aslanyan G. G. Intubation laryngotracheal complications in children (causes and ways of prevention). *Vestnik Otorinolaringologii «(In Rus.)»* 1986; 5: 55–60.
12. Tsvetkov E. A. Current problems of the etiology and treatment of scarred laryngeal stenoses in children. *Novosti Otorinolaringologii i Logopatologii «(In Rus.)»* 1996; 3–4: 76–78.
13. Chireshekin D. G. Chronic obstruction of the laryngopharynx, larynx, and trachea in children. *Etiology, clinical picture and reversal methods.* — Moscow: Rapid-Print, 1994.
14. Fraga J. C., Schopf L., Forte V. Thyroid alar cartilage laryngotracheal reconstruction for severe pediatric subglottic stenosis. *J. Pediatr. Surg.* 2001; 36 (8): 1258–1261.
15. Craven D. E., Steger K. A. Epidemiology of nosocomial pneumonia. New concepts on an old disease. *Chest* 1995; 108 (2 Suppl): 1S–16S.
16. Estes R. J., Meduri G. U. The pathogenesis of ventilator-associated pneumonia: I. Mechanisms of bacterial transcolonization and airway inoculation. *Intensive Care Med.* 1995; 21 (4): 365–383.
17. Stauffer J. L. Complications of translaryngeal intubation. In: Tobin M. J. (ed.). *Principles and practice of mechanical ventilation.* New York: McGraw-Hill Inc; 1994.
18. Sengupta P., Sessler D. I., Maglinger P. et al. Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals, and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiol.* 2004; 4 (1): 8.
19. Rello J., Sonora R., Jubert P. et al. Pneumonia in intubated patients: role of respiratory airway care. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154 (1): 111–115.
20. Bernhard W. N., Yost L., Joynes D. et al. Intracuff pressures in endotracheal and tracheostomy tubes. Related cuff physical characteristics. *Chest* 1985; 87 (6): 720–725.
21. Lomholt N. A device for measuring the lateral wall cuff pressure of endotracheal tubes. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 1992; 36 (8): 775–778.
22. Seegobin R. D., van Hasselt G. L. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.)* 1984; 288 (6422): 965–968.
23. Spiegel J. E. Endotracheal Tube Cuffs: Design and function anesthesiology news guide to airway management. 2010. 51–58.
24. Wheeler M., Cote C. J., Todres I. D. The pediatric airway. In: Cote C. J., Lerman J., Todres I. D. (eds.). *A Practice of Anesthesia for Infants and Children.* 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009. 237–279.
25. Sokolova O. G., Krotov Yu. A., Chernyshev A. K. et al. Risk factors for postintubation stenoses of the larynx and upper trachea in children. *Rossiyskaya Otorinolaringologiya «(In Rus.)»* 2006; 2 (21): 76–77.
26. Soldatskiy Yu. L., Vinogradova T. V. The specific features of the immune system in children with scarring stenoses of the larynx and trachea. *Vestn. Otorinolaringologii «(In Rus.)»* 2002; 4: 55–58.

Поступила 01.11.11