

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1253>

Научная статья



Первый опыт применения вакуумного колокола в лечении воронкообразной деформации грудной клетки у детей

А.О. Шомина¹, З.Б. Митупов^{1,2}, А.Ю. Разумовский^{1,2}¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;² Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова, Москва, Россия

Аннотация

Актуальность. На сегодняшний день Детская больница им. Н.Ф. Филатова обладает большим опытом хирургической коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у детей. На базе ее торакального отделения за 22 года выполнено более 1000 торакопластик по Нассу. Несмотря на удовлетворительные и отличные результаты хирургической коррекции, продолжается поиск альтернативных безоперационных способов лечения этой патологии. В мировой практике широко используется консервативная терапия с помощью вакуумного колокола Vacuum Bell. Однако вопрос об эффективности и показаниях к его использованию остается открытым.

Цель — оценить первый опыт использования вакуумного колокола в лечении воронкообразной деформации грудной клетки у детей.

Материалы и методы. Vacuum Bell — это устройство, состоящее из смотрового стекла, силиконового кольца и ручного насоса (резиновая груша), поднимающее деформированную грудную клетку посредством вакуума. Подбор устройств осуществляется индивидуально в зависимости от роста и формы вентральной поверхности грудной клетки. Согласно инструкции, вакуумный колокол следует использовать ежедневно минимум 1 ч в день. Всем пациентам проводили стандартизированную оценку результатов лечения каждые 3–6 мес.: измерение глубины деформации, визуальный контроль лечения, анализ фотодокументации, анкетирование.

Результаты. На базе Детской больницы им. Н.Ф. Филатова в 2015–2021 гг. был проведен анализ результатов лечения 35 детей, использовавших вакуумный колокол в течение 6–36 мес. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от процента коррекции деформации. В первую группу вошло 23 пациента (65,7 %), процент коррекции у которых составил >50 %. Во вторую группу — 12 пациентов (34,3 %), процент коррекции составил <50 %. Основными различиями в данных группах, повлиявшими на результат, стали возраст начала лечения, регулярность применения и время ежедневного использования. В первой группе средний возраст составил $8,7 \pm 2,69$ года, время ежедневного применения в среднем $5,7 \pm 2,04$ ч/сут; во второй группе — $13,7 \pm 3,56$ года, время ежедневного применения в среднем $3,6 \pm 1,61$ ч/сут.

Выводы. Терапия Vacuum Bell — эффективный и безопасный способ коррекции воронкообразной деформации у детей, который может в ряде случаев выступать альтернативой хирургическому методу лечения.

Ключевые слова: воронкообразная деформация грудной клетки; консервативное лечение; вакуумный колокол; Vacuum Bell; торакопластика по Нассу; дети.

Как цитировать:

Шомина А.О., Митупов З.Б., Разумовский А.Ю. Первый опыт применения вакуумного колокола в лечении воронкообразной деформации грудной клетки у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2022. Т. 12, № 3. С. 311–318. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1253>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1253>

Research Article

First experience of using a vacuum bell in the treatment of pectus excavatum in children

Alena O. Shominova¹, Zorikto B. Mitupov^{1,2}, Alexander Yu. Razumovsky^{1,2}¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;² Filatov Children's Hospital, Moscow, Russia

Abstract

BACKGROUND: To date, N.F. Filatov Children's Hospital has great experience in the surgical correction of pectus excavatum in children. For 22 years, >1000 minimally invasive repair procedures of pectus excavatum were performed in the thoracic surgery department. Despite the satisfactory and excellent outcomes of the surgical correction of pectus excavatum, the search for alternative nonsurgical methods of treating this pathology continues. In world practice, a vacuum bell is used as a conservative treatment. However, its effectiveness and indications are still in question.

AIM: To evaluate the first experience of using a vacuum bell in the treatment of pectus excavatum in children.

MATERIALS AND METHODS: A vacuum bell is a device consisting of sight glass, silicone ring, and manual pump, lifting chest wall deformities through a vacuum. The device is selected individually depending on the growth and shape of the ventral surface of the chest. According to instructions, the vacuum bell should be used a minimum of 1 h per day. All patients underwent a standardized assessment of the results of treatment every 3–6 months: measuring the depth of deformation, visual treatment control, analysis of photo documentation, and questionnaires.

RESULTS: In the N.F. Filatov Children's Hospital from 2015 to 2021, treatment results of 35 children using vacuum bell for 6–36 months were analyzed. Patients were divided into two groups depending on the percentage of deformation correction. The first group included 23 (65.7%) patients, and the percentage of correction was >50%. The second group included 12 (34.3%) patients, and the percentage of correction was <50%. In these groups, the main differences in the age of treatment initiation, regularity of use, and time of daily use have influenced the results. In the first and second groups, the average ages were 8.7 ± 2.69 and 13.7 ± 3.56 years, and the average daily use times were 5.7 ± 2.04 and 3.6 ± 1.61 h/day, respectively.

CONCLUSIONS: Vacuum bell therapy is an effective and safe method for correcting pectus excavatum in children, and in some cases, it can be an alternative to surgical treatments.

Keywords: *Pectus excavatum*; conservative treatment; vacuum bell; minimally invasive repair of pectus excavatum; children.

To cite this article:

Shominova AO, Mitupov ZB, Razumovsky AY. First experience of using a vacuum bell in the treatment of pectus excavatum in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2022;12(3):311–318. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1253>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Воронкообразная деформация грудной клетки (ВДГК) — это наиболее часто встречающийся порок развития передней грудной стенки, частота встречаемости 1 : 400–1000 [1]. В зависимости от степени тяжести может вызывать лишь косметический дефект или кардиореспираторные нарушения различной степени [2]. Выраженная деформация также может оказаться причиной депрессивных состояний, замкнутости, ограничения активного образа жизни, что особенно значимо в пубертатном периоде.

Во всем мире золотым стандартом при коррекции ВДГК является предложенная Дональдом Нассом в 1998 г. малоинвазивная торакопластика (MIRPE) [3]. Ее основными преимуществами считаются: малая инвазивность и травматичность, отличный косметический результат. Однако данная методика имеет потенциальный риск возникновения осложнений, таких как пневмоторакс, гемоторакс, смещение пластины, кровотечения, ранение сердца, а также необходимость в повторном оперативном вмешательстве для удаления корригирующей пластины [3].

Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова (Москва) обладает большим опытом в области хирургической коррекции ВДГК. Ежегодно в торакальном отделении выполняется более 100 торакопластик по Нассу в модификации клиники, с минимальным процентом рецидивов <2 % [4]. Несмотря на значительные успехи данной методики, для консервативного лечения ВДГК у пациентов различного возраста применяются методы, которые многие авторы позиционируют как альтернативу существующим технологиям у определенного контингента больных. Эти методы также могут эффективно исправить

деформацию и полностью лишены риска потенциальных тяжелых осложнений.

В настоящее время при консервативном лечении ВДГК применяют устройство, разработанное Эхартом Клобом в 1992 г. — вакуумный колокол (Vacuum Bell, VB). Это устройство, состоящее из силиконового кольца и смотрового стекла, поднимающее деформированную грудную клетку посредством вакуума [5]. Данный метод за последние десятилетия зарекомендовал себя как эффективный и безопасный способ коррекции ВДГК у пациентов, желающих избежать хирургического вмешательства [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для каждого пациента устройство подбирают индивидуально в зависимости от роста и формы вентральной поверхности грудной клетки. Существуют три размера VB: 16, 19 и 26 см в диаметре, также есть отдельно разработанные VB для девушек и пациентов с крепким телосложением (рис. 1).

Размер устройства должен превышать размеры воронкообразной деформации, но не выходить за пределы грудной клетки для профилактики спонтанного нарушения герметичности колокола и для исключения дискомфорта при подтягивании брюшной стенки в эпигастральной области (рис. 2).

Для реэрации колокола используют специальный клапан, так как резкое устранение вакуума нежелательно [6].

Согласно накопленному опыту, VB следует использовать ежедневно не менее 30 мин два раза в день в течение 4–6 нед., постепенно увеличивая время использования



Номер	Размер / Тип	Рост ребенка
1	16 см	1,05–1,40 м
2	19 см	1,40–1,70 м
3	19 см / Бодибилдер, с усиленной силиконовой стенкой	1,40–1,70 м,
4	19 см / Женский, с вырезом под грудные железы	1,40–1,70 м
5	26 см	>1,70 м

Рис. 1. Размерный ряд Vacuum Bell [7]

Fig. 1. Vacuum bell size range [7]



Рис. 2. Фото ребенка с Vacuum Bell, размер 19 см, тип Женский
Fig. 2. A child with a vacuum bell, size 19 cm, female type



Рис. 3. Измерение глубины деформации
Fig. 3. Measuring the depth of deformation

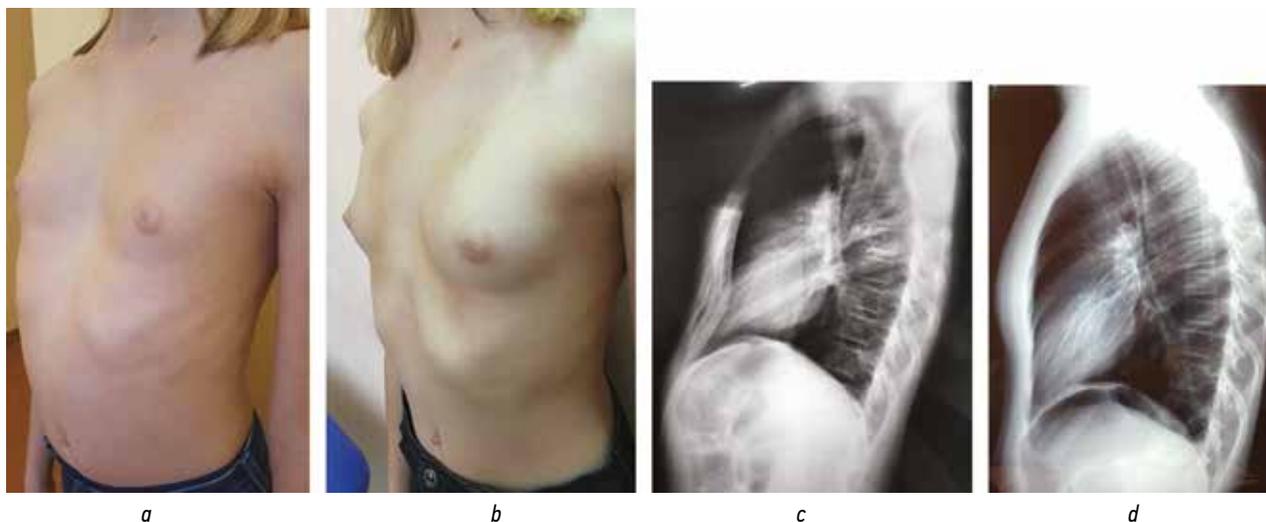


Рис. 4. Фотографии и рентгенограммы грудной клетки пациентки, 12 лет: *a, c* — до лечения; *b, d* — результат через 12 мес.
Fig. 4. Photograph and radiograph of the patient 12 years before treatment (*a, c*) and the result after 12 months (*b, d*)



Рис. 5. Фото пациента, 11 лет, до лечения (*a*) и результат через 24 мес. (*b*)
Fig. 5. The patient 11 years before treatment (*a*) and the result after 24 months (*b*)

до 8–12 ч в сутки в зависимости от возраста ребенка. Устройство не препятствует повседневной жизни и некоторым видам физической активности [7]. Мы рекомендуем не использовать VB во время водных процедур и занятий подвижными видами спорта. Всем пациентам необходимо ведение индивидуального дневника (с указанием времени ношения VB) и фотодневника (фото в прямой проекции и с поворотом в 3/4).

Всех пациентов на первичном приеме информируют о возможностях консервативного и хирургического способов коррекции ВДГК. Четких показаний для применения VB на данный момент нет, однако мы предлагаем данную методику пациентам разного возраста (от 3 до 17 лет) с различной степенью деформации. VB может быть также хорошей альтернативой у пациентов, отказывающихся от оперативного лечения. В наших наблюдениях противопоказаний к использованию VB не было.

Таблица. Оценка результатов у пациентов I -й группы, полностью закончивших лечение

Table. Evaluation of results in group I patients who have completed treatment

Пол пациента	Возраст, лет	Глубина до, см	Ежедневное время, ч/сут	Длительность, мес.
Девочка	10	1,8	5	36
Девочка	10	2,5	7	24
Девочка	9	1,9	8	18
Девочка	14	2,3	6	24
Девочка	12	2,5	11	15
Мальчик	4	2,5	5	12
Мальчик	9	2,2	10	24

Всем пациентам проводится стандартизированная оценка результатов лечения каждые 3–6 мес. Она включает динамическое измерение глубины деформации (рис. 3), визуальный контроль лечения, анализ фотодокументации, анкетирование.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За период с декабря 2015 г. по август 2021 г. мы наблюдали 46 детей, кому была рекомендована терапия вакуумным колоколом. От предложенного лечения отказались 9 (19,5 %) пациентов, из них в 6 случаях из-за негативных отзывов в Интернете и в 3 случаях из-за стоимости устройства.

Из 37 пациентов, которые начали терапию вакуумным колоколом, 2 пациента подросткового возраста отказались от лечения через 2–3 мес. из-за выраженного дискомфорта в молочных железах и появления раздражений на коже.

Все 35 пациентов, использовавших VB в течение от 6 до 36 мес., были разделены на две группы в зависимости от динамических результатов измерения глубины:

I группа — коррекция деформации составила ≥ 50 % исходной глубины;

II группа — коррекция деформации составила < 50 % исходной глубины.

В первую группу вошло 23 пациента (65,7 %) из них 10 мальчиков и 13 девочек. Возраст пациентов варьировал от 4 до 14 лет, средний возраст составил $8,7 \pm 2,69$ года. До начала терапии глубина деформации была от 1,7 до 3,6 см, средняя $2,25 \pm 0,57$ см. Все пациенты в данной группе носили VB регулярно, в среднем $5,7 \pm 2,04$ ч/сут, диапазон от 3,5 до 11 ч. Срок наблюдения пациентов составил от 6 до 36 мес., в среднем $16,0 \pm 9,69$ мес.

Из I группы полностью закончили лечение 7 пациентов, среди которых 5 девочек и 2 мальчика; глубина деформации не превышала 2,5 см, все пациенты носили вакуумный колокол ежедневно минимум 5 ч/сут в течение минимум 1 года (табл., рис. 4, 5).

Во вторую группу вошло 12 пациентов (34,3 %), из них 11 мальчиков и 1 девочка. Возраст пациентов в данной группе был старше и варьировал от 8 до 17 лет, средний

возраст $13,7 \pm 3,56$ года. До начала применения VB глубина деформации была такая же, как и в I группе, в среднем $2,45 \pm 0,63$ см, диапазон 1,8–3,8 см. Многие пациенты в данной группе носили колокол нерегулярно, в среднем по $3,6 \pm 1,61$ ч/сут. Длительность лечения составила от 6 до 22 мес., в среднем $10,5 \pm 4,36$ мес. Два пациента из данной группы спустя 10–12 мес. отказались от дальнейшего консервативного лечения, в нашем отделении им была выполнена торакопластика по Нассу.

Практически у всех пациентов, использовавших VB, мы наблюдали появление петехиальной сыпи, гиперемии кожи в проекции установки аппарата и образование кожной мозоли по периметру устройства. Данные симптомы быстро купировались самостоятельно после прекращения использования VB. Боль и дискомфорт и при начале ношения VB в грудной клетке отметили 7 пациентов, однако данные симптомы нивелировались после нескольких применений устройства.

ОБСУЖДЕНИЕ

Первые результаты исследования оказались многообещающими. Эффективность подъема грудины и ребер с помощью VB была подтверждена многими авторами при торакокопии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии грудной клетки [6, 8–10]. Основные плюсы данного метода: — его неинвазивность, безопасность, а также возможность использования на амбулаторном уровне. По данным мировой литературы, а также инструкции производителя, противопоказанием к данной методике являются заболевания, связанные с изменением прочности костей (несовершенный остеогенез, остеопороз), васкулопатии, коагулопатии, патология дыхательной и сердечно-сосудистой системы [5]. В нашей практике не встречались пациенты, кому была бы противопоказана данная методика. Наиболее частые осложнения при использовании VB — это петехиальные высыпания, болезненность и дискомфорт в области молочных желез, возможно также появление тошноты, из-за подтягивания передней брюшной стенки при неправильной установке VB. Данные проявления могут вызвать у пациентов негативное отношение и отказ от дальнейшего лечения,

поэтому очень важно на первичном приеме обучить пациента правильной установке колокола, а также рассказать о всех возможных негативных проявлениях при его использовании.

Объективно оценить успех консервативного лечения достаточно сложно, это связано со многими факторами. Неудовлетворительные результаты лечения в большей степени мы связываем со сниженной мотивацией пациентов и их родителей. Как правило, девушки пубертатного возраста более заинтересованы в лечении. Не менее важный фактор — возраст пациента и ригидность грудной клетки. Чем меньше возраст пациента, тем эластичнее грудная клетка, следовательно, коррекция деформации происходит быстрее.

На сегодняшний момент остается открытым вопрос об оптимальном возрасте начала лечения. Большинство авторов склоняются ко мнению, что успех консервативного лечения имеет четкую связь с возрастом [5, 6, 11].

С каждым годом публикуется все больше статей об измерении приложенного отрицательного давления в вакуумном колоколе, это позволяет измерять ригидность грудной клетки и в дальнейшем может помочь прогнозировать эффективность данной методики у каждого конкретного пациента [5, 11]. Мы так же начали работу в этом направлении. Всем пациентам на первичном приеме и при каждом контрольном осмотре мы проводим измерения отрицательного давления в VB. На сегодняшний момент выявлена четкая связь возраста и приложенного давления, однако полученные результаты требуют анализа и обсуждения. Нельзя не отметить важность скачка роста в подростковом периоде, именно в этот момент часто происходит прогрессирование деформации. По нашему опыту, а также данным зарубежных коллег, рекомендовано начинать терапию VB до 10–12 лет [6], когда грудная клетка более податливая. Время ежедневного применения и длительность лечения также являются важными факторами и могут быть различными в разных возрастных группах. Например, большинство авторов рекомендуют время лечения 5 ч в день и длительность 12 мес., однако для подростка 17 лет это недостаточно, тогда как для ребенка 5–6 лет эти данные будут оптимальны. Важную роль также играют глубина деформацией и симметричность. У пациентов с глубокой деформацией жалобы на боль и дискомфорт в грудной клетке были более выражены. Пациенты с асимметричной деформацией часто испытывали трудность с установкой вакуумного колокола из-за анатомических особенностей грудной клетки.

Необходима оценка отдаленных результатов консервативной терапии. В мировой литературе приводятся сведения о 13-летнем опыте использования VB [6, 12]. Самая большая серия наблюдений принадлежит F.M. Haescker и S. Sesia [6], представившими результаты консервативного лечения 434 пациентов, из которых 61 пациент был оценен ретроспективно. Период наблюдения после

прекращения VB-терапии составил 27,6 мес., за которые рецидива ВДГК не наблюдалось. Авторы пришли к выводу, что VB-терапия может служить альтернативой хирургическому методу у пациентов с неглубокой и симметричной деформацией, а также для пациентов, отказывающихся от оперативного лечения [6].

ВЫВОДЫ

За период использования VB-терапии мы убедились, что данный метод эффективен и безопасен, а также может в ряде случаев выступать альтернативой хирургическому лечению ВДГК. Наилучшие результаты были у детей до 10–11 лет, однако оптимальный возраст еще предстоит определить. Огромное влияние на формирование деформации оказывает скачок роста в период полового созревания, именно на этот момент необходимо повлиять VB-терапией. Мы также установили, что регулярное и длительное использование — залог успешного лечения. Жалобы на дискомфорт и длительность использования послужили основными причинами, снижающими мотивацию пациентов и приводящими к отказу от данного лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Вклад каждого автора: А.О. Шомина — курирование пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста; З.Б. Митупов — хирургическое и консервативное лечение пациентов, подготовка текста и редактирование статьи; А.Ю. Разумовский — разработка дизайна исследования, лечение пациентов, окончательное редактирование статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий.

ADDITIONAL INFORMATION

Contribution of authors. All authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication. Contribution of each authors: A.O. Shominova — patient supervision, literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text; Z.B. Mitupov — surgical and conservative treatment of patients, preparation of the text and editing of the article; A.Yu. Razumovsky — development of study design, treatment of patients, final editing of the article.

Conflict of interests. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Source of financing. The authors declare that there is no external funding for the study.

Informed consent to publication. The authors obtained the written consent of the legal representatives of the patient for the publication of medical data.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Kelly A.M., Frauenfelder T. Diseases of the chest wall, pleura, and diaphragm // *Diseases of the Chest, Breast, Heart and Vessels* 2019–2022. 2019. P. 95–106. DOI: 10.1007/978-3-030-11149-6_9
2. Abid I., Ewais M.M., Marranca J., Jaroszewski DE. Pectus excavatum: a review of diagnosis and current treatment options // *Journal of the American Osteopathic Association*. 2017. Vol. 117, No. 2. P. 106–113. DOI: 10.7556/jaoa.2017.021
3. Haecker F.M. The vacuum bell for conservative treatment of pectus excavatum: Te Basle experience // *Pediatr Surg Int*. 2011. Vol. 27, No. 6. P. 623–627. DOI: 10.1007/s00383-010-2843-7
4. Разумовский А.Ю., Алхасов А.Б., Митупов З.Б., и др. Минимально инвазивные технологии в хирургии грудной стенки у детей // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2019. Т. 27, № 5. С. 687–692. DOI: 10.32687/0869-866X-2019-27-si1-687-692
5. Haecker F.M., Sesia S. Non-surgical treatment of pectus excavatum // *J Vis Surg*. 2016. Vol. 2. P. 63. DOI: 10.21037/jovs.2016.03.14
6. Haecker F.M., Sesia S. Vacuum bell therapy // *Ann Cardiothorac Surg*. 2016. Vol. 5, No. 5. P. 440–449. DOI: 10.21037/acs.2016.06.06
7. Haecker F.M. The vacuum Bell treatment In: *Chest Wall Deformities*. Berlin: Springer, 2017. P. 351–360.
8. Schier F., Bahr M., Klobe E. The vacuum chest wall lifter: an innovative, nonsurgical addition to the management of pectus excavatum. *J Pediatr Surg*. 2005. Vol. 40. P. 496–500. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2004.11.033
9. Monti L., Montini O., Voulaz E., et al. Cardiovascular magnetic resonance assessment of biventricular changes during vacuum bell correction of pectus excavatum // *J Thorac Dis*. 2019. Vol. 11, No. 12. P. 5398–5406. DOI: 10.21037/jtd.2019.12.41
10. Haecker F.M., Krebs T., Kocher G.J., et al. Sternal elevation techniques during the minimally invasive repair of pectus excavatum // *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019. Vol. 29, No. 4. P. 497–502. DOI: 10.1093/icvts/ivz142
11. Sesia S.B., Hradetzky D., Haecker F.M. Monitoring the effectiveness of the vacuum bell during pectus excavatum treatment: Technical innovation // *Journal of Pediatric Surgery* 2018. Vol. 53, No. 3. P. 411–417. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2017.05.023
12. Patel A.J., Hunt I. Is vacuum bell therapy effective in the correction of pectus excavatum? // *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019. P. ivz082. DOI: 10.1093/icvts/ivz082

REFERENCES

1. Kelly AM, Frauenfelder T. Diseases of the chest wall, pleura, and diaphragm. *Diseases of the Chest, Breast, Heart and Vessels* 2019–2022. 2019;95–106. DOI: 10.1007/978-3-030-11149-6_9
2. Abid I, Ewais MM, Marranca J, Jaroszewski DE. Pectus excavatum: a review of diagnosis and current treatment options. *Journal of the American Osteopathic Association*. 2017;117(2):106–113. DOI: 10.7556/jaoa.2017.021
3. Haecker FM. The vacuum bell for conservative treatment of pectus excavatum: Te Basle experience // *Pediatr Surg Int*. 2011. Vol. 27, No. 6. P. 623–627. DOI: 10.1007/s00383-010-2843-7
4. Razumovsky AYU, Alkhasov AB, Mitupov ZB, et al. Minimally invasive technologies in surgery of the chest wall in children. *Problems of Social Hygiene Public Health and History of Medicine Russian Journal*. 2019;27(S):687–692. DOI: 10.32687/0869-866X-2019-27-si1-687-692
5. Haecker FM, Sesia S. Non-surgical treatment of pectus excavatum. *J Vis Surg*. 2016;2:63. DOI: 10.21037/jovs.2016.03.14
6. Haecker FM, Sesia S. Vacuum bell therapy. *Ann Cardiothorac Surg*. 2016;5(5):440–449. DOI: 10.21037/acs.2016.06.06
7. Haecker FM. The vacuum Bell treatment In: *Chest Wall Deformities*. Berlin: Springer; 2017. P. 351–360.
8. Schier F, Bahr M, Klobe E. The vacuum chest wall lifter: an innovative, nonsurgical addition to the management of pectus excavatum. *J Pediatr Surg*. 2005;(40):496–500. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2004.11.033
9. Monti L, Montini O, Voulaz E, et al. Cardiovascular magnetic resonance assessment of biventricular changes during vacuum bell correction of pectus excavatum. *Thorac Dis J*. 2019;11(12):5398–5406. DOI: 10.21037/jtd.2019.12.41
10. Haecker FM, Krebs T, Kocher GJ, et al. Sternal elevation techniques during the minimally invasive repair of pectus excavatum. *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019;29(4):497–502. DOI: 10.1093/icvts/ivz142
11. Sesia SB, Hradetzky D, Haecker FM. Monitoring the effectiveness of the vacuum bell during pectus excavatum treatment: *Technical innovation. Journal of Pediatric Surgery*. 2018;53(3):411–417. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2017.05.023
12. Patel AJ, Hunt I. Is vacuum bell therapy effective in the correction of pectus excavatum? *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019;ivz082. DOI: 10.1093/icvts/ivz082

ОБ АВТОРАХ

***Алена Олеговна Шомина**, аспирант;
адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7205-0937>;
e-mail: alshominova@icloud.com

Зорикто Батоевич Митупов, д-р мед. наук, врач-торакальный хирург; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0016-6444>;
eLibrary SPIN: 5182-1748; e-mail: zmitupov@mail.ru

Александр Юрьевич Разумовский, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3511-0456>;
eLibrary SPIN: 3600-4701; e-mail: 1595105@mail.ru

AUTHORS INFO

***Alena O. Shominova**, Postgraduate Student;
address: 1, Ostrovitianova st., Moscow, 117997, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7205-0937>;
e-mail: alshominova@icloud.com

Zorikto B. Mitupov, Dr. Sci. (Med.), MD, Thoracic Surgeon;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0016-6444>;
eLibrary SPIN: 5182-1748; e-mail: zmitupov@mail.ru

Aleksandr Yu. Razumovsky, Dr. Sci. (Med.), MD, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3511-0456>;
eLibrary SPIN: 3600-4701; e-mail: 1595105@mail.ru