

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КИЛЕВИДНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ОРИГИНАЛЬНЫМ ПНЕВМООРТЕЗОМ

Точилина А. С.¹, Рыжиков Д. В.¹, Виссарионов С. В.¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: astochilina@gmail.com

Пациенты с врожденной килевидной деформацией грудной клетки не имеют функциональных нарушений со стороны внутренних органов, поэтому основные проблемы связаны с эстетическим видом грудной клетки, снижением самооценки и болевым синдромом в области килевидного выбухания в положении лежа на животе. Ортезирование зарекомендовало себя как эффективный и безопасный метод лечения, однако имеют место быть осложнения, такие как: повреждения кожного покрова, болевой синдром, рецидивы деформации. Цель данного исследования заключается в оценке эффективности лечения пациентов с килевидной деформацией грудной клетки оригинальным пневмоортезом. Изучены результаты лечения 60 детей в возрасте от 6 до 17 лет, страдающих врожденной килевидной деформацией грудной клетки, путем оценки срока этапа коррекции деформации грудной клетки; имеющихся осложнений в ходе лечения; ряда топографических параметров; результатов анкетирования. Выполнен сравнительный и корреляционный анализ с определением зависимости длительности этапа коррекции деформации грудной клетки от возраста, тяжести и типа деформации. Всем детям было выполнено ортезирование грудной клетки с применением оригинального пневмоортеза. При использовании данного вида ортеза была достигнута полная коррекция во всех наблюдениях. По сравнению с данными литературы, были сокращены средняя продолжительность этапа коррекции деформации грудной клетки и количество осложнений в процессе лечения. Отмечена высокая удовлетворенность результатами по данным анкетирования. В ходе исследования установлено отсутствие корреляционной зависимости длительности этапа коррекции деформации грудной клетки от тяжести, типа деформации и возраста пациента. Лечение пациентов с килевидной деформацией грудной клетки оригинальным пневмоортезом позволяет снизить количество осложнений и длительность этапа коррекции деформации в сравнении с данными литературы.

Ключевые слова: килевидная деформация грудной клетки, дети, ортезирование.

Исследование проводилось в рамках научно-исследовательской темы «Комплексное лечение детей с врожденными деформациями грудной клетки, позвоночника и нестабильностью грудино-реберного комплекса» (регистрационный номер 1023021600029-8-3.2.10).

Авторы заявляют об отсутствии как явных, так и потенциальных конфликтов интересов, связанных с этой публикацией.

RESULTS OF TREATMENT OF PATIENTS WITH PECTUS CARINATUM ORIGINAL PNEUMOORTHESIS

Tochilina A.S.¹, Ryzhikov D.V.¹, Vissarionov S.V.¹

¹H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, e-mail: astochilina@gmail.com

Patients with congenital pectus carinatum do not have functional disorders of the internal organs, so the main problems are related to the aesthetic appearance of the chest, decreased self-esteem and pain in the keeled bulge in the prone position. Orthosis has proven to be an effective and safe method of treatment, however, there are complications such as skin damage, pain, and recurrent deformities. The aim of the study was to evaluate the results of treatment of patients with pectus carinatum with original pneumoorthesis, to determine the dependence of the duration of the correction stage on the child's age, type and degree of deformity. The results of treatment of 60 children aged 6 to 17 years with congenital pectus carinatum were analyzed by assessing the duration of the stage of correction of chest deformity; existing complications during treatment; a number of topographic parameters; results of a questionnaire. A comparative and correlation analysis was performed to determine the dependence of the duration of the stage of correction of chest deformity on age, severity and type of deformity. all

children underwent thoracic orthosis using an original pneumoorthosis. When using this type of orthosis, a complete correction was achieved in all observations. Compared with the literature data, the average duration of the thoracic deformity correction stage and the number of complications during treatment were reduced. High satisfaction with the results of the survey was noted. The study revealed the absence of correlation dependence of the duration of the stage of correction of chest deformity on the severity, type of deformity and age of the patient. Treatment of patients with pectus carinatum with original pneumoorthosis reduces the number of complications and the duration of the deformity correction stage in comparison with literature data.

Keywords: pectus carinatum, children, orthosis.

The study was conducted within the framework of the research topic “Complex treatment of children with congenital deformities of the chest, spine and instability of the sternocostal complex” (registration number 1023021600029-8-3.2.10).

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

Введение

Килевидная деформация грудной клетки (КДГК) представляет собой врожденное заболевание, проявляющееся деформацией грудины и ребер с их смещением выше уровня передней грудной стенки. Часто такой дефект сопровождается асимметрией и западением реберных дуг. Эта патология является второй по распространенности после воронкообразной деформации грудной клетки. Данная аномалия развития встречается в 4 раза чаще у мальчиков по сравнению с девочками [1, 2].

КДГК может также являться компонентом генетического синдрома или дисплазии соединительных тканей [2]. Ярко выраженная деформация передней стенки грудной клетки у пациентов с килевидной деформацией наблюдается менее чем у 10% детей до 11 лет, хотя у некоторых из них уже при рождении можно заметить значительное искривление. Деформация передней стенки грудной клетки может вызывать дискомфорт в грудной области при лежании на животе в ее случае пирамидальной формы, однако обычно не приводит к серьезным функциональным нарушениям сердечно-сосудистой и дыхательной систем [3, 4]. Тем не менее, пациенты часто отмечают снижение самооценки и ухудшение качества жизни. Также могут иметь место редкие болевые ощущения в области вершины деформации во время активного роста ребенка [5, 6].

В настоящее время существует множество ортезов, применяемых для консервативного лечения КДГК. Наиболее распространенными моделями являются Fraire Martinez-Ferro – Dinamic compression system (FMF-DCS) [1] и Braceworks Calgary [7]. Ключевыми элементами ортезов, применяемых для коррекции КДГК, служат: бандаж, который можно настроить под любую форму грудной клетки; плечевые фиксаторы, обеспечивающие надежное удерживание ортеза на туловище; жесткая опорная пластина, создающая давление на вершину деформации; а также дополнительная пластина для девочек, у которых начинается формирование молочных желез. Главное отличие FMF-DCS от других ортезов заключается в наличии съемного

электронного устройства для измерения давления на грудную клетку (pressure measuring device – PMD).

Все имеющиеся ортезы имеют в своей конструкции металлическую опорную пластину, которая оказывает жесткое давление на вершину килевидной деформации, тем самым может вызывать болевой синдром и повреждение кожных покровов.

Цель исследования. Оценить эффективность лечения пациентов с килевидной деформацией грудной клетки с помощью разработанного оригинального пневмоортеза, определить зависимость длительности этапа коррекции деформации грудной клетки от возраста ребенка, тяжести и типа деформации.

Материалы и методы исследования

Изучены результаты лечения 60 пациентов в возрасте от 6 до 17 лет с килевидной деформацией грудной клетки, которые проходили обследование и получали комплексную терапию в НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера в период с 2022 по 2024 годы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика детей группы исследования

Показатель		Всего
Количество пациентов		60
Пациенты мужского пола		51
Пациенты женского пола		9
Тип деформации	Корпо-костальный	55
	Костальный	5
Тяжесть деформации	Легкая	11
	Средняя	27
	Тяжелая	22
Локализация деформации	Правосторонняя	35
	Левосторонняя	5
	Симметричная	20
Возраст, полных лет, Me		13

Дизайн соответствовал одноцентровому когортному проспективному исследованию. Исследование состоит из двух частей. Основной задачей первой части является оценка длительности этапа коррекции деформации грудной клетки, полноты коррекции деформации грудной клетки, удовлетворенности пациентов результатами лечения. Целью второй части

работы стала оценка взаимосвязи между длительностью этапа коррекции деформации грудной клетки, типом, тяжестью деформации и возрастом пациентов.

Критерии включения: верифицированный диагноз «врожденная КДГК»; возраст от 6 до 17 лет; мобильная деформация грудной клетки, давление первоначальной коррекции <7 кг/см²; пациенты, перешедшие на этап фиксации коррекции деформации грудной клетки.

Критерии исключения: манубриальный тип деформации; наличие генетической или системной патологии; проведенное ранее хирургическое лечение.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России (Протокол № 22-6 от 23.09.2022 г.) и проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации.

Всем пациентам было проведено ортезирование грудной клетки с применением разработанного оригинального пневмоортеза, который осуществляет давление на вершину килевидной деформации грудной клетки с помощью воздушной подушки. При сборе анамнеза особое внимание уделялось жалобам пациента на наличие болевого синдрома, кардиореспираторных симптомов: боль в области сердца в покое / при физической нагрузке, одышка, боль в области грудной клетки в покое и/или в положении лежа на животе. Мобильность деформации грудной клетки определяли с помощью механического компрессора. Если при осуществлении давления компрессора на вершину деформации 7 кг/см² происходила коррекция килевидного выбухания, то деформация считалась мобильной. Если коррекции не происходило, то деформацию относили к ригидной. Воздушное давление внутри пневмоподушки на момент установки ортеза составляло 0,204 атм. Ортез необходимо было носить пациентам 20 часа в сутки ежедневно до полной коррекции деформации грудной клетки, снимать разрешалось только во время занятий спортом и водных процедур. Все пациенты ежедневно в течение 30 минут выполняли комплекс упражнений, направленный на укрепление мышц спины, брюшного пресса, грудных мышц. Пациенты обследовались каждые 1,5 месяца; в период наступления полной коррекции деформации их переводили на этап фиксации достигнутой коррекции деформации грудной клетки, когда пациенты надевали ортез только в ночное время (этап удержания результата) – 3–4 ночи в неделю.

Тяжесть деформации грудной клетки определяли путем измерения высоты килевидного выбухания грудной клетки (в миллиметрах) от основания до вершины деформации с помощью сантиметровой ленты (рис. 1). Деформацию считали легкой степени при высоте килевидного выбухания грудной клетки до 20 мм; средней степени – при высоте выбухания от 20 до 40 мм; тяжелой степени – при высоте выбухания выше 40 мм.

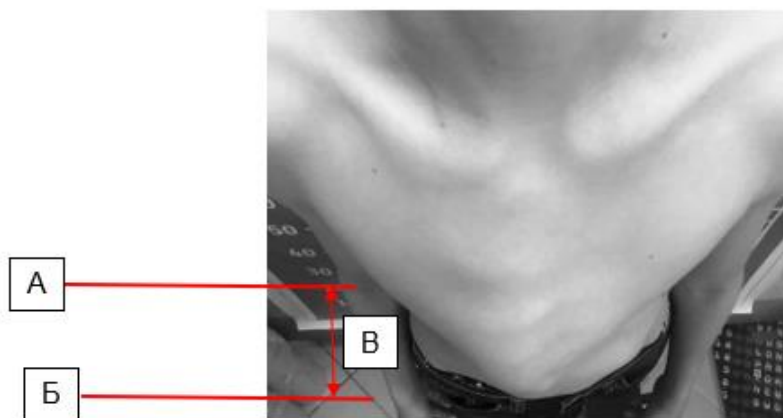


Рис. 1. Определение высоты килевидного выбухания. А) основание килевидной деформации грудной клетки; Б) вершина килевидного выбухания грудной клетки; В) высота килевидного выбухания грудной клетки

С целью объективной оценки измерения высоты килевидного выбухания использовали 3D-сканирование грудной клетки с помощью приложения Carptevia v3.4 (рис. 2), анализ изображения проводили в программе Rodin 4D product NEO 2018 (рис. 3). Выполняли сканирование грудной клетки, выставляли метки на уровнях основания и вершины деформации, измеряли расстояние между двумя этими точками (рис. 3). Исследование проводили до начала и после окончания этапа коррекции деформации грудной клетки. Коррекцию деформации считали успешной, если остаточная высота килевидного выбухания составляла менее 10 мм.



Рис. 2. 3D-модель грудной клетки пациента в приложении Carptevia v3.4

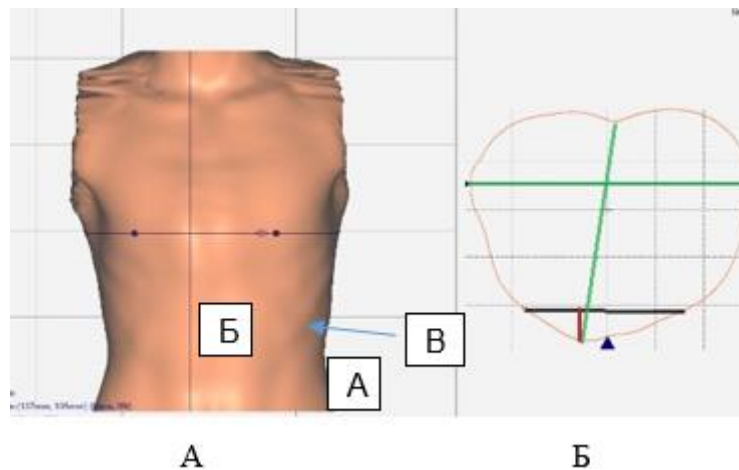


Рис. 3. Пример измерения высоты килевидного выбухания на аксиальном срезе 3D-модели грудной клетки пациента (А – вершина деформации грудной клетки; Б – основание деформации грудной клетки; В – высота деформации грудной клетки)

Для оценки удовлетворенности качеством проведенного лечения и выявления осложнений в процессе терапии пациентам предлагалось заполнить разработанную авторами анкету с 5-балльной шкалой (1 – очень доволен результатом; 5 – крайне недоволен результатом).

Статистический анализ в рамках данного исследования проводили с использованием IBM SPSS Statistics 26. Вариант распределения количественных данных предварительно оценивали с помощью критерия Колмогорова–Смирнова.

Для изучения взаимосвязей между клиническими и функциональными показателями был проведен корреляционный анализ по критерию Спирмена. Степень связи оценивали по шкале Чеддока.

Пациенты (или их законные представители) предоставили согласие на обработку и публикацию персональных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Среди ортезированных пациентов было обнаружено преобладание распространенности КДГК у пациентов мужского пола по сравнению с женским (соотношение 5:1). Средний возраст пациентов в начале лечения составил 13 лет, возрастной диапазон от 6 до 17 лет. Средний возраст, когда впервые заметили деформацию, составил 9 лет. В выборке пациентов преобладал корпо-костальный тип деформации – 92% (55) пациентов со средней степенью тяжести деформации – 45% (27) пациентов. Наиболее распространенная локализация деформации – правосторонняя, у 58% (35) пациентов.

У всех пациентов, вошедших в исследование, отсутствовали жалобы со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Не были отмечены одышка, тахикардия,

брадикардия и боль в области сердца в покое и во время физических нагрузок. У 3 пациентов (5%) отмечалась боль в области килевидного выбухания в положении лежа на животе.

Средняя длительность этапа коррекции деформации грудной клетки составила 127 дней. Ме[Q1-Q3] 115 [74-172]. Остаточная деформация по результатам 3D-анализа, в миллиметрах, $M \pm SD$, составила $2,9 \pm 1,3$. Результаты корреляционного анализа, проведенного с применением критерия Спирмена, не показали статистически значимых связей между длительностью корригирующего этапа и тяжестью, типом деформации, а также возрастом пациента от момента начала коррекции деформации ($p < 0,1$) по шкале Чеддока.

По результатам анкетирования 96% пациентов были удовлетворены результатами коррекции деформации, все пациенты прошли бы данное лечение снова (рис. 4). У 1 пациента было повреждение кожного покрова, по результатам анкетирования 6 пациентов отмечали незначительную боль в месте давления ортеза, у 1 пациента появилось онемение в правой верхней конечности. Ввиду стремительного роста данному пациенту ортез стал мал, была осуществлена замена ортеза по новым параметрам пациента.



Рис. 4. Пациент 12 лет, корпо-костальный тип, тяжелая степень. До начала лечения (А, Б, В); После этапа коррекции деформации грудной клетки (Г, Д, Е)

В последние десятилетия ортезирование КДГК стало пользоваться большой популярностью [8]. Тем не менее, с 1970-х годов предпринимались попытки консервативного лечения этого типа деформации, в ходе которого проводились модификации методов и разрабатывались различные варианты ортезов. В 2008 году М. Martinez-Ferro и его коллеги представили систему динамической компрессии (Dynamic Compression System – DCS) для коррекции КДГК, которая стала основой для последующих динамических ортезов [1]. DCS предоставляет возможность измерять давление на грудную клетку с помощью цифрового датчика в фунтах/дюйм² (Pounds per Square Inch – PSI) и стыковочного устройства, что позволяет распределить пациентов по уровням ригидности грудной стенки. Динамические ортезы становятся общепризнанной терапией и эффективным безоперационным методом лечения КДГК, уменьшая высоту килевидного выбухания, а также улучшая внешний вид грудной клетки [9–11].

В 2010 году Мартинес-Ферро предложил алгоритм принятия решения у пациентов с КДГК. При $RIC \leq 7,5$ фунтов/дюйм² предпочтительным методом лечения должно быть ортезирование. При $RIC > 7,5$ фунтов/дюйм² или неэффективности ортезирования рекомендовано оперативное лечение [12].

A.S. Cohee с соавторами в своем исследовании применили ортез FMF-DCS и отметили, что корригирующий этап длился в среднем 6 месяцев [13]. Ряду других авторов для устранения деформации на корригирующем этапе понадобилось 5,66+/-3,8 месяца и 4,3+/-2,1 месяца соответственно [7, 14]. Авторы одной из работ, использовавшие модель ортеза FMF-DCS, указали диапазон времени для успешной коррекции деформации 2,5–16 месяцев [15]. Средняя длительность этапа коррекции пациентов в представленной выборке составляла 3 месяца, что меньше средней длительности данного этапа, указанной в зарубежных публикациях.

Также были найдены публикации, где авторы в своем исследовании нашли взаимосвязь между длительностью корригирующего этапа и возрастом пациента ввиду того, что с возрастом грудная клетка становится более ригидной и ее исправление требует немного больше времени. При этом авторы утверждают, что на увеличение длительности корригирующего этапа влияет соблюдение режима ношения ортеза пациентами [16]. В текущем исследовании все пациенты соблюдали режим ношения ортеза, поэтому взаимосвязи между режимом ношения ортеза и длительностью корригирующего этапа не было выявлено.

Анализ эффективности лечения пациентов в большинстве исследований проводится субъективно. В процессе лечения использовались фото- и видеоданные [17], применялись замеры грудной клетки до и после лечения [13, 18]. Авторы отмечали, что компьютерная

томография обладает высокой информативностью для оценки динамики лечения, но рекомендовали применять ее, прежде всего, при планировании хирургических вмешательств [19].

Е. Port с соавторами использовали в своем исследовании метод сканирования в белом свете (white light scanning – WLS). Проведя сканирование пациентов до и после лечения, они смогли количественно оценить результативность ортезирования [20]. В текущем исследовании авторы использовали 3D-сканирование грудной клетки и анализ изображения в специальном приложении. Данные, определенные при клиническом осмотре, хорошо коррелируют с данными 3D-сканирования. Однако у пациентов женского пола сканирование грудной клетки в достаточной мере не отражает тяжести деформации. Данный метод может быть рекомендован к применению у пациентов с астеническим и нормальным телосложением и у пациентов мужского пола для объективной оценки тяжести деформации.

Количество неудовлетворительных результатов консервативного лечения КДГК с помощью ортезирования достигает 38%. Из них 5,1% составляют повреждения мягких тканей в зоне давления ортеза, 12% – болевой синдром, 5,8% – неэффективность лечения на этапе коррекции [21]. В проведенном исследовании у 10% пациентов отмечалась незначительная боль на этапе коррекции деформации грудной клетки, у 1,6% – повреждение кожного покрова в месте давления ортеза. Рецидива деформации не отмечено ни в одном наблюдении.

Заключение

Таким образом, на основании проведенного исследования преимуществами комплексного лечения с использованием разработанного оригинального пневмоортеза можно считать сокращение срока этапа коррекции деформации грудной клетки, меньший процент осложнений и более комфортное ношение ортеза по сравнению с имеющимися данными, приведенными в зарубежных работах.

Список литературы

1. Martinez-Ferro M., Fraire C., Bernard S. Dynamic compression system for the correction of pectus carinatum // Semin Pediatr Surg. 2008. Vol. 17. № 3. P. 194–200. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.008.
2. Комолкин И.А., Агранович О.Е. Клинические варианты деформаций грудной клетки (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2017. Т. 23. № 2. С. 241–247. DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-2-241-2473.

3. Дурягин В.Д., Кузьмичев В.А., Гацуцын В.В., Пыхтеев Д.А. Результаты применения динамической компрессионной системы при лечении килевидной деформации грудной клетки у детей // Российский педиатрический журнал. 2023. Т. 26. №3. С. 27-28. EDN: MSJAVY.
4. Alaca N., Alaca İ., Yüksel M. Does physiotherapy applied in conjunction with compression brace treatment in patients with pectus carinatum have efficacy? A preliminary randomized-controlled study // *Pediatr Surg Int*. 2020. Vol. 36. № 7. P. 789–797. DOI: 10.21203/rs.3.rs-25151/v1.
5. Orrick B.A., Pierce A.L., McElroy S.F. Changes in self-image after pectus carinatum brace treatment // *Journal of Pediatric Surgery*. 2022. Vol. 57. № 8. P. 1579–1583. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2021.12.002.
6. Giray E., Ermerak N.O., Bahar-Ozdemir Y., Kalkandelen M., Yuksel M., Gunduz O.H., Akyuz G.A. Comparative Study on Short-Term Effects of Compression Orthosis and Exercises in the Treatment of Pectus Carinatum: A Randomized Controlled Pilot Feasibility Trial // *Eur J Pediatr Surg*. 2021. Vol. 31. № 02. P. 147–156. doi: 10.1055/s-0040-1701699
7. Kravarusic D., Dicken B.J., Dewar R., Harder J., Poncet P., Schneider M., Sigalet D.L. The Calgary protocol for bracing of pectus carinatum: a preliminary report // *Journal of Pediatric Surgery*. 2006. Vol. 41. № 5. P. 923–926. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2006.01.058.
8. Edward K.R., John O.R., Jay G.M., Ann K.M., Mary M.M., Stopp D.D., Woodrow F.F. Ten-year experience with staged management of pectus carinatum: Results and lessons learned // *Journal of Pediatric Surgery*. 2021. Vol. 56. № 10. P. 1835–1840. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2021.01.027.
9. Hunt I., Patel A.J. Effectiveness of Compressive External Bracing in Patients with Flexible Pectus Carinatum Deformity: A Review // *Thorac cardiovasc Surg*. 2020. Vol. 68. № 01. P. 072–079. DOI: 10.1055/s-0039-1687824.
10. Poola A., Pierce A., Orrick B., Peter S., Snyder C., Juang D., Holcomb G. A Single-Center Experience with Dynamic Compression Bracing for Children with Pectus Carinatum // *Eur J Pediatr Surg*. 2018. Vol. 28. № 01. P. 012–017. DOI: 10.1055/s-0037-1606845.
11. Shang Z., Hong C., Duan X., Li X., Si Y. Orthotic Bracing or Minimally Invasive Surgery? A Summary of 767 Pectus Carinatum Cases for 9 Years // *BioMed Research International* / ed. Gupta S. 2021. Vol. 2021. № 1. P. 6942329. DOI: 10.1155/2021/6942329.
12. Martinez-Ferro M. New approaches to pectus and other minimally invasive surgery in Argentina // *Journal of Pediatric Surgery*. 2010. Vol. 45. № 1. P. 19–27. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2009.10.003.
13. Cohee A.S., Lin J.R., Frantz F.W., Kelly R.E. Staged management of pectus carinatum // *Journal of Pediatric Surgery*. 2013. Vol. 48. № 2. P. 315–320. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2012.11.008.

14. Emil S., Sévigny M., Montpetit K., Baird R., Laberge J.M., Goyette J. Success and duration of dynamic bracing for pectus carinatum: A four-year prospective study // *Journal of Pediatric Surgery*. 2017. Vol. 52. № 1. P. 124–129. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.10.032.
15. Sesia S., Holland-Cunz S., Häcker F.M. Dynamic Compression System: An Effective Nonoperative Treatment for Pectus Carinatum: A Single Center Experience in Basel, Switzerland // *Eur J Pediatr Surg*. 2016. Vol. 26. № 06. P. 481–486. DOI: 10.1055/s-0035-1570758.
16. Dekonenko C., Dorman R. M., Pierce A., Orrick B.A., Juang D., Aguayo P., et al. Outcomes Following Dynamic Compression Bracing for Pectus Carinatum // *Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques*. 2019. Vol. 29. № 10. P. 1223–1227. DOI: 10.1089/lap.2019.0171.
17. Lee S.Y., Lee S.J., Jeon C.W., Lee C.S., Lee K.R. Effect of the compressive brace in pectus carinatum // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2008. Vol. 34 № 1. P. 146–149. DOI: 10.1016/j.ejcts.2008.04.012.
18. Moon D., Kang M., Lee H., Lee S. Long-Term Results of Compressive Brace Therapy for Pectus Carinatum // *Thorac cardiovasc Surg*. 2019. Vol. 67. № 01. P. 067–072. DOI: 10.1055/s-0038-1669927.
19. Stephenson J.T., Du Bois J. Compressive orthotic bracing in the treatment of pectus carinatum: the use of radiographic markers to predict success // *Journal of Pediatric Surgery*. 2008. Vol. 43. № 10. P. 1776–1780. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2008.03.049.
20. Port E., Hebal F., Hunter C.J., Malas B., Reynolds M. Measuring the impact of brace intervention on pediatric pectus carinatum using white light scanning // *Journal of Pediatric Surgery*. 2018. Vol. 53. № 12. P. 2491–2494. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2018.08.016.
21. De Beer S.A., Blom Y.E., Lopez M., de Jong, J. R.. Measured dynamic compression for pectus carinatum: A systematic review // *Seminars in Pediatric Surgery*. 2018. Vol. 27. № 3. P. 175–182. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2018.06.001.