



УДК 616-073.756.8+616.712-007.24-071.3-053.2-089.15  
DOI: 10.56871/ViM.2025.12.74.001

## МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОРОНКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

© Арина Александровна Дерягина, Дамир Асиятович Малек, Артем Владимирович Косулин,  
Анна Михайловна Бармасова, Ксана Викторовна Штернлихт, Владимир Иванович Полищук,  
Александр Владимирович Поздняков

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург,  
ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

**Контактная информация:** Арина Александровна Дерягина — студентка 6 курса факультета «Лечебное дело».  
E-mail: arinaderyagina@bk.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6239-7084>

**Для цитирования:** Дерягина А.А., Малек Д.А., Косулин А.В., Бармасова А.М., Штернлихт К.В., Полищук В.И.,  
Поздняков А.В. Мультиспиральная компьютерная томография в оценке показателей воронкообразной деформации грудной  
клетки у детей разного возраста при планировании оперативного лечения. Визуализация в медицине. 2025;7(1):4–10.  
DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2025.12.74.001>

Поступила: 21.01.2025

Одобрена: 28.02.2025

Принята к печати: 26.03.2025

**Резюме.** Воронкообразная деформация грудной клетки представляет собой деформацию грудной стенки, характеризующуюся вогнутым искривлением грудины и передних отделов ребер, различным по глубине и форме. Метод компьютерной томографии позволяет определить индекс воронкообразной деформации грудной клетки (ВДГК), оценить ротацию грудины, в отличие от метода Гижицкой, с помощью которого можно установить только степень деформации. Рентгенологический метод не отображает полной картины изменений ВДГК. Несмотря на значительное количество работ, посвященных определению оптимального возраста хирургической коррекции ВДГК на основе анализа послеоперационных рецидивов, болевого синдрома, прогрессирования деформации в период роста и качества жизни пациентов, остается недостаточно изученной возрастная динамика морфометрических параметров ВДГК по данным компьютерной томографии. Отсутствие закономерности изменения степени и характера деформации в зависимости от возраста ограничивает возможности обоснованного выбора сроков оперативного лечения. Определение индекса ВДГК и угла ротации грудины играет важную роль в оценке патологических изменений у пациентов разного возраста при планировании оперативного лечения. Цель нашей работы — оценка индекса ВДГК и ротации грудины для определения подходящего возраста в выборе оптимального хирургического подхода при планировании оперативного лечения.

**Ключевые слова:** мультиспиральная компьютерная томография, воронкообразная деформация грудной клетки

## MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN ASSESSING INDICATORS OF FUNNEL-SHAPED CHEST DEFORMITY IN CHILDREN OF DIFFERENT AGES WHEN PLANNING SURGICAL TREATMENT

© Arina A. Deryagina, Damir A. Malekov, Artyom V. Kosulin, Anna M. Barmasova,  
Ksana V. Shternlicht, Vladimir I. Polishchuk, Alexander V. Pozdnyakov

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

**Contact information:** Arina A. Deryagina — 6th year student of the Faculty of General Medicine.  
E-mail: arinaderyagina@bk.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6239-7084>

**For citation:** Deryagina AA, Malekov DA, Kosulin AV, Barmasova AM, Shternlicht KV, Polishchuk V, Pozdnyakov AV. Multispiral  
computed tomography in assessing indicators of funnel-shaped chest deformity in children of different ages when planning surgical  
treatment. Visualization in Medicine. 2025;7(1):4–10. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2025.12.74.001>

Received: 21.01.2025

Revised: 28.02.2025

Accepted: 26.03.2025

**Abstract.** Funnel-shaped chest deformity is a deformity of the chest wall characterized by a concave bend of the sternum and the anterior sections of the ribs, of varying depth and shape. The computed tomography method allows you to determine the index of funnel-shaped deformation of the chest, to assess the rotation of the sternum, unlike the Gizhitskaya method, which allows you to determine only the degree of deformation. The X-ray method does not show a complete picture of the changes in the funnel-shaped deformity of the chest. Despite a significant amount of work devoted to determining the optimal age for surgical correction of funnel-shaped chest deformity based on the analysis of postoperative relapses, pain syndrome, progression of deformity during growth and quality of life of patients, the age dynamics of morphometric parameters of funnel-shaped chest deformity according to computed tomography remains insufficiently studied. The lack of a pattern of changes in the degree and nature of deformity depending on age limits the possibility of a reasonable choice of the timing of surgical treatment. The determination of the deformation index and the angle of rotation of the sternum plays an important role in assessing pathological changes in patients of different ages when planning surgical treatment. The purpose of our work was to evaluate the index of deformation and rotation of the sternum to determine the optimal age when planning surgical treatment.

**Keywords:** multispiral computed tomography, funnel-shaped chest deformity

## ВВЕДЕНИЕ

Воронкообразная деформация грудной клетки (ВДГК) (*Pectus excavatum*) представляет собой деформацию грудной стенки, характеризующуюся вогнутым искривлением грудины и передних отделов ребер, различным по глубине и форме. Деформация приводит к уменьшению объема грудной клетки, сдавлению и смещению органов средостения, вызывает функциональные нарушения со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем, которые проявляются различной степенью выраженности и косметическими дефектами [1]. ВДГК является самым частым видом деформации и составляет примерно 90% всех деформаций грудной клетки. Частота встречаемости данной патологии составляет 1 случай на 400–800 новорожденных, чаще встречается у мужчин (м:ж = 3:1) [2, 3].

Диагноз ВДГК можно предположить по визуальному осмотру пациента, но для анализа степени деформации необходимо комплексное обследование, для этого требуется рентгенологическое исследование и мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ). Для определения степени деформации используют индекс Гижицкой. Данный индекс измеряют на рентгенограмме грудной клетки в боковой проекции. Принцип определения основан на отношении двух расстояний: наименьшего (между задней поверхностью грудины и передней поверхностью тел позвонков) к наибольшему (расстояние между истинным положением грудины), т.е. фактического к должному. По индексу Гижицкой выделяют три степени деформации: I степень — до 0,7; II степень — от 0,7 до 0,5; III степень — менее 0,5.

На данный момент по сравнению с рентгенологическим методом более информативным является метод МСКТ грудной клетки [4–6]. Данное исследование позволяет оценить индекс деформации по методу Халлера, который имеет схожее с индексом Гижицкой измерение (минимальное рас-

стояние между передней поверхностью тел позвонков и задней пластинкой грудины), но более адаптирован для МСКТ, поскольку позволяет получить дополнительное измерение в поперечном сечении (максимальное горизонтальное расстояние между внутренними краями ребер). При проведении компьютерной томографии методика позволяет оценить угол ротации грудины, в отличие от метода Гижицкой. Метод компьютерной томографии позволяет провести оценку не только индекса деформации, но и других структур торакальной области, таких как легкие, средостение [7].

Для проведения оценки по методу Халлера индекс рассчитывают по аксиальным срезам в виде отношения поперечного размера грудной клетки (горизонтального расстояния между внутренней частью ребер) к переднезаднему размеру (расстояние между передней поверхностью позвоночника и задней пластинкой грудины) (рис. 1). Значения



Рис. 1. Аксиальный срез компьютерной томографии с мягкотканым фильтром. Представлены поперечные (А) и продольные (В) измерения, индекс А/В=5,5 (индекс Халлера)

Fig. 1. Axial section of computed tomography with a soft-tissue filter. The transverse (A) and longitudinal (B) measurements of the A/B index=5,5 (Haller index) are presented

индекса Халлера соответствуют: норма —  $<2,5$ ; мягкая воронкообразная деформация грудной клетки (I степень) —  $2,5-3,2$ ; умеренная воронкообразная деформация грудной клетки (II степень) —  $3,2-3,5$ ; тяжелая воронкообразная деформация грудной клетки (III степень) —  $>3,5$ . При показателях выше  $3,2-3,5$  рекомендовано оперативное лечение [8]. Н.Л. Park предложил анатомическую классификацию по степеням деформации грудной клетки. Согласно данной классификации выделяют

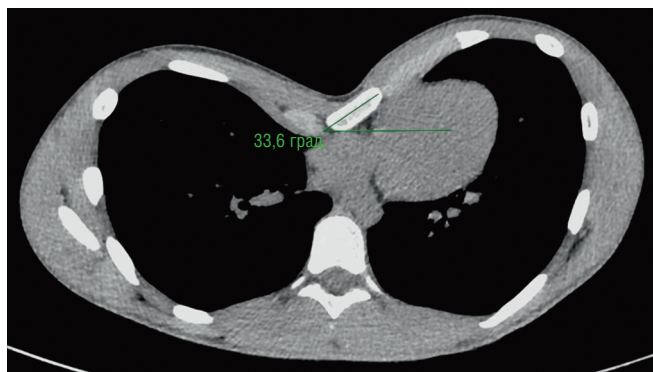


Рис. 2. Аксиальный срез компьютерной томографии с мягкотканым фильтром. Представлена ротация грудины, которая оценивается как соотношение прямой линии, проведенной параллельно груди, к условной горизонтали, ротация  $>30^\circ$

Fig. 2. Axial section of computed tomography with a soft-tissue filter. The rotation of the sternum is presented, which is assessed as the ratio of a straight line drawn parallel to the sternum to a conditional horizontal, rotation  $>30^\circ$

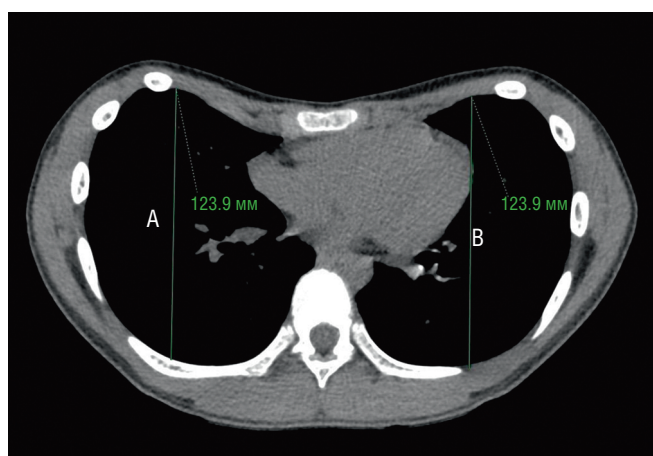


Рис. 3. Аксиальный срез компьютерной томографии с мягкотканым фильтром. Представлена симметричная воронкообразная деформация грудной клетки, поперечное измерение справа (A) и слева (B)

Fig. 3. Axial section of computed tomography with a soft-tissue filter. A symmetrical funnel-shaped chest deformity is presented, with a transverse dimension on the right (A) and on the left (B)

симметричный тип ВДГК (IA тип, IB тип) (рис. 3) и асимметричный (IIA1, IIA2, IIA3, II) (рис. 4) [9]. Определение формы и степени деформации позволяет планировать оперативное лечение.

Ротация грудины является важным морфологическим критерием, который следует отметить для каждого пациента с ВДГК. Оценивается с помощью соотношения прямой линии, проведенной по внутреннему краю грудины, к условной горизонтали в аксиальной проекции (рис. 2). Ротация грудины  $>30^\circ$  считается серьезной, в то время как к легкой форме ротации относятся все варианты  $<30^\circ$  [10].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести оценку индекса ВДГК и ротации грудины для определения оптимального возраста при планировании оперативного лечения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета было обследовано 315 пациентов в возрасте от 3 до 17 лет с установленным диагнозом «воронкообразная деформация грудной клетки». Из 315 человек 25 пациентов были обследованы в динамике с разным временным промежутком (от 1 года до 4 лет).

Всем пациентам была выполнена мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки на аппарате Philips Ingenuity 128 Slice, толщина

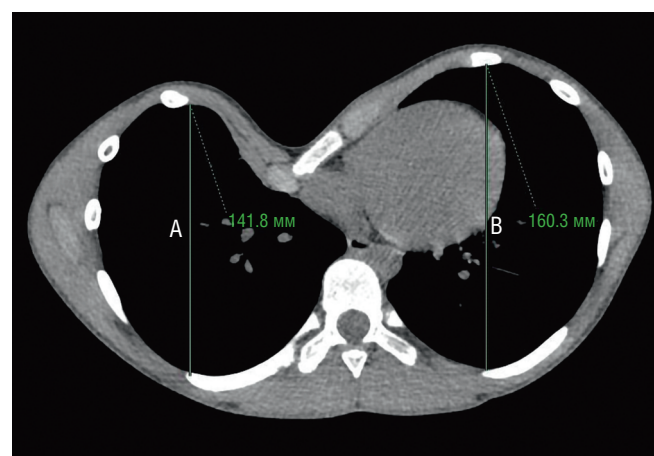


Рис. 4. Аксиальный срез компьютерной томографии с мягкотканым фильтром. Представлена асимметричная воронкообразная деформация грудной клетки, поперечное измерение справа (A) и слева (B)

Fig. 4. Axial section of computed tomography with a soft-tissue filter. A asymmetrical funnel-shaped chest deformity is presented, with a transverse dimension on the right (A) and on the left (B)

среза составляла 0,9 мм, наложение срезов (передискретизация — oversampling) — 0,5, мультипланарная реконструкция — 0,7 мм. Исследование проведено по стандартной программе, получены изображения в аксиальной плоскости, в дальнейшем проведены мультиплоскостные реформации.

Статистическая обработка результатов была проведена при помощи компьютерной программы Jamovi 2.3.28.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выборка составила 315 пациентов, из них 77 девочек (24%) и 238 мальчиков (76%), средний возраст — 13,4 года. Всем пациентам был рассчитан индекс Халлера, также оценивалась ротация грудины. Индекс Халлера: норма ( $<2,5$ ) — 11 человек, I степень (2,5–3,2) — 97 человек, II степень (3,2–3,5) — 59 человек, III степень ( $>3,5$ ) — 148 человек. Ротация грудины более  $30^\circ$  наблюдалась у 20 человек, менее  $30^\circ$  — у 295 человек.

Между индексом Халлера и возрастом обнаружена слабая отрицательная корреляция, которая является статистически значимой. Это означает, что с увеличением возраста индекс Халлера имеет тенденцию к уменьшению, но связь между переменными очень слабая (табл. 1). Практическая значимость этой корреляции невелика, так как возраст объясняет лишь около 1,7% изменчивости индекса Халлера.

Коэффициент корреляции Спирмена указывает на слабую положительную связь между ротацией грудины и индексом Халлера (табл. 1). С увеличением ротации грудины индекс Халлера имеет тенденцию увеличиваться, но связь между переменными очень слабая. Практическая значимость данной корреляции невелика, так как ротация грудины

объясняет лишь около 2,6% изменчивости индекса Халлера.

Минимальная положительная корреляция выявляется между возрастом пациентов и углом ротации грудины (табл. 1). Корреляционная связь не достигает уровня статистической значимости. При клинической оценке ротации грудины возрастные показатели не требуют специального учета. Практическая значимость корреляции крайне мала, так как возраст объясняет менее 1% изменчивости ротации грудины.

Репрезентативная группа составила 25 пациентов с ВДГК, из них 8 девочек (32%) и 17 мальчиков (68%), которым было выполнено динамическое исследование (2–3 наблюдения), также включающее расчет индекса Халлера и оценку ротации грудины (табл. 2, 3). Средний интервал исследований составил 1,5 года. Выборка небольшая и требует дальнейшего анализа.

Из 25 человек индекс Халлера не изменился у 4 пациентов (16%), уменьшился у 10 пациентов (40%), увеличился у 11 пациентов (44%).

Сумма рангов нетипичных сдвигов: 133,5. Тэмп=133,5 — полученное эмпирическое значение находится в зоне незначимости (табл. 2). По данной выборке нарастание индекса Халлера незначимо.

Из 25 человек ротация грудины увеличилась у 16 пациентов (64%), не изменилась у 9 пациентов (36%).

Сумма рангов нетипичных сдвигов: 45. Тэмп=45 — полученные эмпирические значения Тэмп находятся в зоне значимости (табл. 3). По данной выборке нарастание угла ротации грудины значимо.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Мультиспиральная компьютерная томография является ключевым методом оценки показателей

Таблица 1

Корреляционная матрица 315 пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки

Table 1

Correlation matrix of 315 patients with funnel-shaped chest deformity

| Параметры / Parameters                       | Тест / Test                            | Возраст / Age | Индекс Халлера / Haller Index |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|-------------------------------|
| Индекс Халлера /<br>Haller Index             | Корреляция Спирмена/<br>Spearman's rho | –0,131        | –                             |
|                                              | df                                     | 313           | –                             |
|                                              | p-value                                | 0,020         | –                             |
| Ротация грудины /<br>Rotation of the sternum | Корреляция Спирмена/<br>Spearman's rho | 0,093         | 0,161                         |
|                                              | df                                     | 313           | 313                           |
|                                              | p-value                                | 0,100         | 0,004                         |

Таблица 2

Расчет Т-критерия Вилкоксона для индекса Халлера у репрезентативной группы из 25 пациентов

Table 2

## Calculation of the Wilcoxon T-test for the Haller index in a representative group of 25 patients

| №  | Индекс Халлера (1) /<br>Haller Index (1) | Индекс Халлера (2) /<br>Haller Index (2) | Сдвиг (2-1) /<br>Shift (2-1) | Абсолютное значение<br>сдвига /<br>Absolute value of the shift | Ранговый номер сдвига /<br>Shift rank number |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1  | 4,3                                      | 4,1                                      | -0,2                         | 0,2                                                            | 4,5                                          |
| 2  | 4,2                                      | 4,4                                      | 0,2                          | 0,2                                                            | 4,5                                          |
| 3  | 2,9                                      | 3,3                                      | 0,4                          | 0,4                                                            | 9,5                                          |
| 4  | 2,7                                      | 2,7                                      | 0                            | 0                                                              | 0                                            |
| 5  | 3,6                                      | 3,6                                      | 0                            | 0                                                              | 0                                            |
| 6  | 5,2                                      | 3,9                                      | -1,3                         | 1,3                                                            | 20                                           |
| 7  | 3,2                                      | 2,8                                      | -0,4                         | 0,4                                                            | 9,5                                          |
| 8  | 3,2                                      | 4,1                                      | 0,9                          | 0,9                                                            | 16                                           |
| 9  | 4,1                                      | 3,1                                      | -1                           | 1                                                              | 18                                           |
| 10 | 2,5                                      | 3,2                                      | 0,7                          | 0,7                                                            | 13,5                                         |
| 11 | 2,5                                      | 2,7                                      | 0,2                          | 0,2                                                            | 4,5                                          |
| 12 | 2,4                                      | 2,8                                      | 0,4                          | 0,4                                                            | 9,5                                          |
| 13 | 3,5                                      | 4,1                                      | 0,6                          | 0,6                                                            | 12                                           |
| 14 | 2,9                                      | 3,1                                      | 0,2                          | 0,2                                                            | 4,5                                          |
| 15 | 5,1                                      | 4,1                                      | -1                           | 1                                                              | 18                                           |
| 16 | 4,4                                      | 5,4                                      | 1                            | 1                                                              | 18                                           |
| 17 | 2,6                                      | 2,8                                      | 0,2                          | 0,2                                                            | 4,5                                          |
| 18 | 2,1                                      | 2,1                                      | 0                            | 0                                                              | 0                                            |
| 19 | 8,5                                      | 5,3                                      | -3,2                         | 3,2                                                            | 21                                           |
| 20 | 3,9                                      | 3,2                                      | -0,7                         | 0,7                                                            | 13,5                                         |
| 21 | 3,7                                      | 3,5                                      | -0,2                         | 0,2                                                            | 4,5                                          |
| 22 | 4,9                                      | 4,5                                      | -0,4                         | 0,4                                                            | 9,5                                          |
| 23 | 3,2                                      | 3,3                                      | 0,1                          | 0,1                                                            | 1                                            |
| 24 | 6,6                                      | 5,8                                      | -0,8                         | 0,8                                                            | 15                                           |
| 25 | 3,5                                      | 3,5                                      | 0                            | 0                                                              | 0                                            |

Таблица 3

Расчет Т-критерия Вилкоксона для ротации грудины у репрезентативной группы из 25 человек

Table 3

## Calculation of the Wilcoxon T-test for determining sternum rotation in a representative group of 25 people

| № | Ротация грудины (1) /<br>Sternum rotation (1) | Ротация грудины (2) /<br>Sternum rotation (2) | Сдвиг (2-1) /<br>Shift (2-1) | Абсолютное значение сдвига /<br>Absolute value of the shift | Ранговый номер сдвига /<br>Shift rank number |
|---|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 5                                             | 9                                             | 4                            | 4                                                           | 17                                           |
| 2 | 6                                             | 9                                             | 3                            | 3                                                           | 13                                           |
| 3 | 0                                             | 0                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 4 | 0                                             | 6                                             | 6                            | 6                                                           | 22                                           |
| 5 | 5                                             | 8                                             | 3                            | 3                                                           | 13                                           |
| 6 | 0                                             | 0                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 7 | 20                                            | 23                                            | 3                            | 3                                                           | 13                                           |
| 8 | 18                                            | 24                                            | 6                            | 6                                                           | 22                                           |

Окончание табл. 3 / Ending of the Table 3

| №  | Ротация грудины (1) /<br>Sternum rotation (1) | Ротация грудины (2) /<br>Sternum rotation (2) | Сдвиг (2-1) /<br>Shift (2-1) | Абсолютное значение сдвига /<br>Absolute value of the shift | Ранговый номер сдвига /<br>Shift rank number |
|----|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 9  | 0                                             | 0                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 10 | 0                                             | 6                                             | 6                            | 6                                                           | 22                                           |
| 11 | 0                                             | 6                                             | 6                            | 6                                                           | 22                                           |
| 12 | 7                                             | 12                                            | 5                            | 5                                                           | 19                                           |
| 13 | 20                                            | 24                                            | 4                            | 4                                                           | 17                                           |
| 14 | 7                                             | 10                                            | 3                            | 3                                                           | 13                                           |
| 15 | 5                                             | 5                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 16 | 15                                            | 21                                            | 6                            | 6                                                           | 22                                           |
| 17 | 0                                             | 0                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 18 | 5                                             | 5                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 19 | 12                                            | 12                                            | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 20 | 7                                             | 11                                            | 4                            | 4                                                           | 17                                           |
| 21 | 26                                            | 40                                            | 14                           | 14                                                          | 25                                           |
| 22 | 25                                            | 28                                            | 3                            | 3                                                           | 13                                           |
| 23 | 7                                             | 7                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 24 | 0                                             | 0                                             | 0                            | 0                                                           | 5                                            |
| 25 | 7                                             | 9                                             | 2                            | 2                                                           | 10                                           |

ВДГК у детей перед оперативным лечением. Метод позволяет не только определить степень деформации грудной клетки, оценить угол ротации грудины, но и исключить сопутствующие патологии, необходимые в оценке предоперационного планирования. Анализ всех показателей и индекса грудной клетки, полученных с помощью МСКТ перед операцией, дает возможность определить оптимальный подход хирургического лечения. Преимуществами МСКТ перед другими методами являются: высокая точность измерения показателей (возможность 3D-реконструкции), оценка костных и мягкотканых структур, возможность расчета индексов для объективизации показаний к оперативному лечению.

Зависимости между показателями (возраст, индекс Халлера, ротация грудины) не выявлено. Изменения не связаны друг с другом. Ограничением исследования является выборка, состоящая из пациентов разного возраста. Стоит также учитывать индивидуальные особенности пациентов (степень деформации, возраст, кардиореспираторные нарушения, сопутствующие заболевания и психологическое состояние). Все это подчеркивает необходимость персонализированного подхода к пациентам с ВДГК.

В нашей работе данные, полученные при МСКТ и в дальнейшем статистически обработанные, демонстрируют, что с возрастом не происходит зна-

чимого увеличения степени воронкообразной деформации грудной клетки, а также нарастания угла ротации грудины. В связи с чем ожидаемый эффект от оперативного вмешательства в более раннем возрасте не превосходит таковой в более позднем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мультиспиральная компьютерная томография является обязательным этапом предоперационного обследования у пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки, который позволяет объективизировать показания к хирургической коррекции, выбрать оптимальный метод оперативного вмешательства и улучшить отдаленные результаты лечения. Проведенный анализ не выявил статистически значимых корреляций между основными диагностическими параметрами: возрастом пациента, индексом Халлера (как количественным показателем выраженности деформации), углом ротации грудины. Основным ограничением наблюдения следует считать неоднородность исследуемой группы по возрастному составу, что могло повлиять на результаты анализа взаимосвязей между изучаемыми параметрами. Однако у репрезентативной группы результаты также подтверждают, что с возрастом показатели если и изменяются, то незначительно.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**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 пациентов на публикацию медицинских данных.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from legal representatives of the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

## ЛИТЕРАТУРА

- Shamberger R.C. Congenital chest wall deformities. *Curr Probl Surg.* 1996;33:469–542. DOI: 10.1016/s0011-3840(96)80005-0.
- Fokin A.A., Steuerwald N.M., Ahrens W.A. et al. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21:44–57. DOI: 10.1053/j.semtcv.2009.03.001.
- Потапчук А.А., Дидур М.Д. Осанка и физическое развитие детей. Программы диагностики и коррекции нарушений. СПб.; 2001.
- Косулин А.В., Елякин Д.В., Охлопкова Е.И., Придатко О.Г., Клыбанская Ю.В., Дворецкий В.С. Хирургическое лечение врожденного кифоза на фоне множественных пороков развития позвонков. *Педиатр.* 2018;9(1):112–117. DOI: 10.17816/PED91112-117.
- Косулин А.В., Елякин Д.В., Дмитриева Н.Н., Абзалиева А.Д., Блаженко А.А., Волченко Л.В. Случай хирургического лечения запущенного врожденного кифосколиоза. *Педиатр.* 2018;9(3):118–123. DOI: 10.17816/PED93118-123.
- Разинова А.А., Гребенюк М.М., Поздняков А.В., Позднякова О.Ф., Малек Д.А. Высокотехнологичные методы визуализации (физико-технические основы высокотехнологичных методов визуализации). 2019.
- Robbins L.P. Pectus excavatum. *Radiology case reports.* 2011;6(1):460. DOI: 10.2484/rcr.v6i1.460.
- Kelly RE. Jr. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17:181–93. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002.
- Brochhausen C., Turial S., Muller F.K., Schmitt V.H., Coerd W., Wihlm J.M., Schier F., Kirkpatrick C.J. Pectus excavatum: history, hypotheses and treatment options. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012;14(6):801–6. DOI: 10.1093/icvts/ivs045.
- Cartoski M., Nuss D., Goretsky M. et al. Classification of the Dysmorphology of Pectus Excavatum. *J Pediatr Surg.* 2006;41(9):1573–81. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2006.05.055.
- Shamberger R.C. Congenital chest wall deformities. *Curr Probl Surg.* 1996;33:469–542. DOI: 10.1016/s0011-3840(96)80005-0.
- Fokin A.A., Steuerwald N.M., Ahrens W.A. et al. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21:44–57. DOI: 10.1053/j.semtcv.2009.03.001.
- Potapchuk A.A., Didur M.D. Posture and physical development of children. Programs for the diagnosis and correction of disorders. Saint Petersburg; 2001. (In Russian).
- Kosulin A.V., Elyakin D.V., Okhlopova E.I., Pridatko O.G., Klybanskaya Yu.V., Dvoretzky V.S. Surgical treatment of congenital kyphosis on the background of multiple vertebral malformations. *Pediatrician.* 2018;1:112–117. (In Russian). DOI: 10.17816/PED91112-117.
- Kosulin A.V., Elyakin D.V., Dmitrieva N.N., Abzalieva A.D., Blazhenko A.A., Volchenko L.V. A case of surgical treatment of advanced congenital kyphoscoliosis. *Pediatrician.* 2018;9(3):118–123. (In Russian). DOI: 10.17816/PED93118-123.
- Razanova A.A., Grebenyuk M.M., Pozdnyakov A.V., Pozdnyakova O.F., Malekov D.A. High-tech visualization techniques (physico-technical foundations of high-tech visualization methods). 2019. (In Russian).
- Robbins L.P. Pectus excavatum. *Radiology case reports.* 2011;6(1):460. DOI: 10.2484/rcr.v6i1.460.
- Kelly RE. Jr. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17:181–93. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002.
- Brochhausen C., Turial S., Muller F.K., Schmitt V.H., Coerd W., Wihlm J.M., Schier F., Kirkpatrick C.J. Pectus excavatum: history, hypotheses and treatment options. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012;14(6):801–6. DOI: 10.1093/icvts/ivs045.
- Cartoski M., Nuss D., Goretsky M. et al. Classification of the Dysmorphology of Pectus Excavatum. *J Pediatr Surg.* 2006;41(9):1573–81. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2006.05.055.

## REFERENCES