

**Чашин Александр Васильевич** – ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ»; e-mail: chaalexander@gmail.com; 197341, Санкт-Петербург, пр. Испытателей, 15, корп. 1, кв. 51; тел.: 89117149260; вед. инженер по патентной и изобр. работе; к.т.н.

**Chastchin Alexander Vasil'evich** – ОАО “Golovnoy institute “VNIPIET”; e-mail: chaalexander@gmail.com; 15, Ispitateley pr., korp. 1, app. 51, St-Petersburg, 197341, Russia; phone: +79117149260; the leading engineer on patent and inventive work; cand. of eng. sc.

УДК 617.54–007.2–053.2–07

**В.Б. Шамик, Б.А. Давуд**

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ АСИММЕТРИЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И ОБЪЕМА РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ТОРАКОПЛАСТИК У ДЕТЕЙ**

*С помощью «Устройства для определения врожденных деформаций грудной клетки у детей» (патент РФ № 2175522) проводится торакометрия передней стенки грудной клетки с вычислением площади входа во впадину, объема полусферической и плоской воронкообразной деформации грудной клетки у детей. Созданы и успешно применены у 148 пациентов программы для расчета указанных показателей. У 42 детей с асимметричными воронкообразными деформациями грудной клетки величина предполагаемых для резекции сегментов ребер отличается в сторону уменьшения от размеров удаленных фрагментов ребер. Требуется дальнейшее усовершенствование диагностики и программ для асимметричных деформаций.*

*Воронкообразная грудная клетка; диагностика; дети.*

**V.B. Shamik, B.A. Dawud**

### **SYSTEMIC PROGRAM FOR DIAGNOSE ASYMMETRIC DEFORMATION CHEST AND VOLUME OF RECONSTRUCTIVE THORACOPLASTY IN CHILDREN**

*With the help of the "Apparatus for determining congenital deformities of the chest in children" (Russian Federation patent № 2175522) held torakometry anterior chest wall with calculation the entrance to the basin area, the volume of the hemispherical and flat funnel chest in children. Developed and successfully applied in 148 patients of the program to calculate these indicators. In 42 children with asymmetric funnel chest, the size expected for the resection segments ribs is different and the size is smaller than in the deleted fragments of the ribs. Requirement for further improvement of diagnostics and programming in asymmetric deformations.*

*Funnel chest; diagnosis; and children.*

В настоящее время нет универсально согласованных стандартов для диагностики воронкообразных деформаций грудной клетки (ВДГК) [4, 7]. Большинство авторов высказываются о необходимости проводить СКТ или МРТ грудной клетки с целью более четкого определения степени и формы деформации, показаний к проведению торакопластики, для расчета оптимального объема торакопластики и резекции деформированных ребер, а также для оценки формы грудной клетки до и после операции. Наиболее часто используется грудной индекс (СТ), представляющим собой отношение поперечного к переднезадному размеру грудной клетки [2, 6, 7], а также объемный индекс деформации, объем грудной клетки и впадины, индекс компрессии сердца. J.J. Haller et al. [6] считают, что пациенты с СТ, превышающим 3,25, нуждаются в операции. E.W. Fonkalsrud et al. [5] указывают на необходимость хирургической коррекции ВДГК у больных с грудным индексом 4,65 (в норме равен 2,56).

В работе Г.С. Васильева и соавт. [1] указано, что при анализе зависимости изменений внешних размеров грудной клетки по данным антропометрических исследований и внутренних размеров по данным компьютерной томографии выявлена полная идентичность, подтвержденная высокой степенью корреляции ( $r = 0,99$ ). Для исследования формы грудной клетки при ее врожденной деформации, диагностики прогрессирования, объема резекции ребер и контроля эффективности выполненной реконструктивной торакопластики можно эффективно без значительных материальных затрат применять антропометрические методы исследования, которые необходимо усовершенствовать [3]. Для достижения максимального эффекта применения торакометрии необходимо программное обеспечение данной диагностики.

Целью работы является определение наиболее приемлемых методов расчета показателей деформаций грудной клетки с использованием программного обеспечения.

Объективная характеристика косметических дефектов передней стенки грудной клетки, сравнительный анализ торакометрических результатов исследования до операции и в различные сроки после торакопластики потребовали создания нового более простого, точного и доступного метода исследования костно-хрящевого каркаса грудной клетки.

В клинике детской хирургии и ортопедии Рост ГМУ создано «Устройство для определения врожденных деформаций грудной клетки у детей» (патент РФ № 2175522 от 26.09.2000 г.). Устройство для определения врожденных деформаций грудной клетки состоит из двух несущих планок с ручками и свободно двигающихся измерительных стержней. Каждый стержень градуирован шкалой. Работа с устройством для определения врожденных деформаций грудной клетки осуществляется следующим образом (рис. 1). Пациента укладываем в положении лежа на жесткой горизонтальной поверхности. Измерения производим по сегментам, начиная с III пары ребер и заканчивая VIII. Количество сегментов может колебаться в зависимости от протяженности деформации передней стенки грудной клетки. Результатами измерений заносим в компьютер и с помощью специально написанной программы получаем графические изображения измеряемых сегментов передней грудной стенки. Исследования проведены у 148 больных с различными степенями воронкообразной деформации грудной клетки в возрасте 3–17 лет.



Рис. 1. Работа с устройством; измерение контура грудной клетки у пациента

Преимуществами предложенного устройства для измерения деформации грудной клетки являются: 1) очень высокая точность измерения контура деформации грудной клетки, сравнимая с результатами исследования с помощью рентгеновского компьютерного томографа, подтвержденная высокой степенью корреляции ( $r = 0,99$ ); 2) возможность проводить измерение независимо от величины деформации грудной клетки и возраста пациента посегментно на уровне каждой пары ребер или через определенный промежуток (например, через 1 см); 3) портативность устройства с возможностью проводить обследование пациентов вне лечебного учреждения (например, при осмотрах детей в школах и в детских садах); 4) в результате проведения повторных исследований и сохранения цифровых данных и графического изображения в компьютере имеется возможность довольно легко объективно проследить динамику развития деформации на уровне каждой пары ребер, оценить результаты хирургического лечения в различные сроки после операции, определить степень потери коррекции деформации по сравнению с первоначальной коррекцией.

Важным показателем для определения тяжести деформации является величина входа во впадину. В связи с этим, нами предложен оригинальный метод определения площади входа во впадину и объема воронкообразной впадины на основании результатов измерений, полученных с помощью нашего устройства для определения врожденных деформаций грудной клетки.

Деформация измеряется посегментно через 1,0 см. После фиксации стержней в пазах определяются по показателям шкал два крайних наиболее коротких стержня, между которыми вычисляется расстояние. Таким способом можно определить длину  $|a_k b_k|$  каждого сегмента входа во впадину (рис. 2), где  $k = 1, n$ ;  $h = \text{const}$ . В данном случае,  $h = 1,0$  см. Площадь трапеции  $S_k$  вычисляется по формуле:

$$S_k = \frac{1}{2}(|a_{k-1} b_{k-1}| + |a_k b_k|) \cdot h. \quad (1)$$

Общая площадь входа во впадину суммируется из (1) и высчитывается по формуле

$$S = \sum_{k=2}^n S_k = \frac{h}{2} \sum_{k=2}^n (|a_{k-1} b_{k-1}| + |a_k b_k|). \quad (2)$$

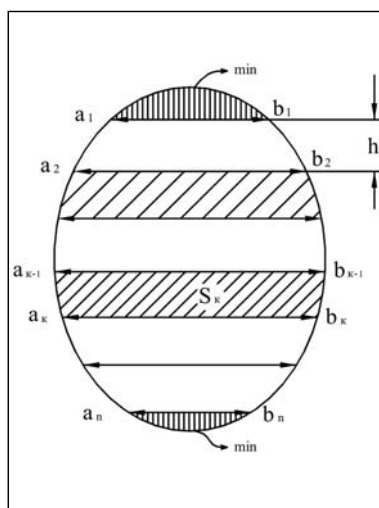


Рис. 2. Схема расчета площади входа во впадину

Объем впадины при ВДГК определяется двумя способами в зависимости от вида «воронки». Если разница между измерениями I и II глубины сегмента деформации отличается больше 30 %, то воронкообразную впадину следует считать глубокой, полусферической формы. В таком случае использовали формулы (4) и (5). А когда разница между промерами глубины «воронки» меньше 30 % – применяли формулу (3).

При плоскоровоночной деформации (рис. 3) в качестве  $d$  можно взять наибольшую глубину впадины:  $d = \max (\delta_{\max}^{(1)}, \delta_{\max}^{(2)}, \dots, \delta_{\max}^{(n)})$ , где  $\delta_{\max}^{(k)}$ ,  $k = 1, n$  – наибольшие глубины на каждом замере.

Объем впадины при плоской форме ВДГК вычисляется по формуле

$$V = dh/2 \sum_{k=2}^n (|a_{k-1}b_{k-1}| + |a_k b_k|). \quad (3)$$

При полусферической «крутой» форме ВДГК с помощью предложенного нами устройства определяются длина  $a_k b_k$  и максимальная глубина  $\delta_{\max}^{(k)}$  каждого сегмента (рис. 4). Расстояние между сегментами стабильное  $h = \text{const} = 1,0$  см. Высчитывается объем треугольной фигуры  $V_k$ :

$$V_k = 1/2 |a_k b_k| \delta_{\max}^{(k)} \cdot h. \quad (4)$$

Все полученные объемы  $V_k$  суммируются и получается общий объем полусферической впадины при ВДГК:

$$V = \sum_{k=1}^n V_k = h/2 \sum_{k=1}^n |a_k b_k| \delta_{\max}^{(k)}. \quad (5)$$

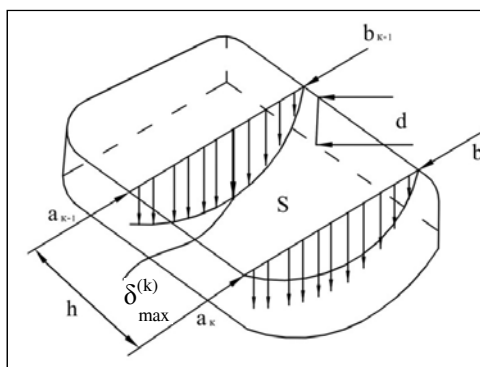


Рис. 3. Схема собственной методики расчета объема плоскоровоночной впадины

Расчеты площади входа во впадину и объема воронкообразной впадины проводятся с помощью специально написанной программы.

Формула 3 применена у 23 больных с плоскоровоночной деформацией грудной клетки, а формула 5 – у 115 больных со сферичной формой деформации.

Важным этапом в предоперационном планировании является расчет объема сегментарной резекции деформированных ребер. С использованием полученных результатов торакометрических измерений и размеров, и формы предполагаемой модели грудной клетки с помощью написанной программы определяем величину предполагаемой резекции сегментов ребер и их оптимальный уровень. Совпадение предполагаемой величины резекции ребер, выполненной в операционной, отмечено у 97 оперированных пациентов. У 42 детей с асимметричной деформацией грудной клетки величина удаленной части ребра была больше.

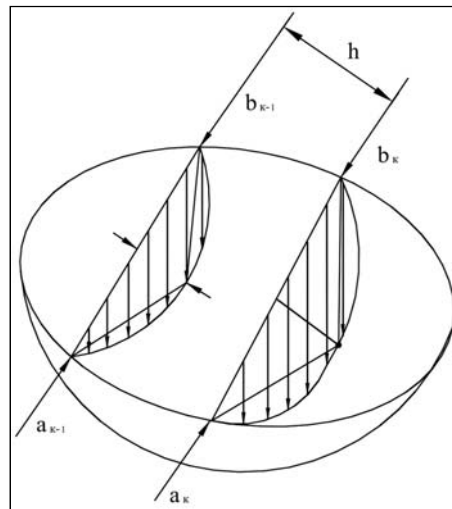


Рис. 4. Схема собственной методики расчета объема полусферической впадины

Таким образом, использование устройства для торакометрического определения формы передней стенки грудной клетки и разработка способов определения площади входа во впадину, сферической и плоской формы воронкообразных деформаций с программным обеспечением математических расчетов позволило улучшить качество диагностики заболевания. Определения объема резекции сегмента деформированного ребра уменьшает время операции и улучшает результат у больных с симметричными ВДГК. У детей с асимметричными деформациями требуется дальнейшее совершенствование предоперационного планирования величины резецируемого сегмента и его уровня.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев Г.С., Полюдов С.А., Горицкая Т.А., Черняков Р.М. Влияние субтотальной резекции реберных хрящей на основные размеры грудной клетки при ее воронкообразной деформации у детей // Груд. и серд.-сосуд. хирургия. – 1992. – № 7-8. – С. 49-51.
2. Гафаров Х.З., Плаксейчук Ю.А., Плаксейчук А.Ю. Лечение врожденных деформаций грудной клетки. – Казань: ФЭН, 1996;
3. Чепурной Г.И., Шамик В.Б. Оптимизация торакометрии и контроля косметических результатов торакопластики при врожденных деформациях грудной клетки у детей // Детская хирургия. – 2002. – № 1. – С. 8-10.
4. Albes J.M., Seemann M.D., Heinemann M.K., Ziemer G. Correction of anterior thoracic wall deformities: improved planning by means of 3D-spiral-computed tomography // Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2001. – Vol. 49, № 1. – P. 41-44.
5. Fonkalsrud E.W., Mendoza J., Finn P.J., Cooper C.B. Recent experience with open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection // Arch. Surg. – 2006. – Vol. 141, № 8. – P. 823-829.
6. Haller J.J., Scherer L., Turner C., Colombani P. Evolving management of pectus excavatum based on a single institutional experience of 664 patients // Ann. Surg. – 1989. – Vol. 209. – P. 578-582.
7. Pretorius E.S., Haller J.A., Fishman E.K. Spiral CT with 3D reconstruction in children requiring operation for failure of chest wall growth after pectus excavatum surgery. Preliminary observations // Clin. Imaging. – 1998. – Vol. 22. – № 2. – P. 108-116.

Статью рекомендовал к опубликованию к.м.н. К.Г. Франциянц.

**Шамик Виктор Борисович** – ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздравсоцразвития России; e-mail: prof.shamik@pochta.ru; 344091, г. Ростов-на-Дону, ул. 339-Стрелковой Дивизии, 14, ГБУ РО «Областная детская больница»; тел.: 88632970682, +79185577736; кафедра детской хирургии и ортопедии; д.мед.н.; профессор.

**Давуд Башар Ахмад** – e-mail: bashar\_amd@hotmail.com; тел.: 88632970682, +79885620309; кафедра детской хирургии и ортопедии; аспирант.

**Shamik Viktor Borisovich** – GBOU VPO "Rostov State Medical University" Health Ministry of Russia; e-mail: prof.shamik@pochta.ru; 14, 339<sup>th</sup> Rifle Division street, Rostov-on-Don, 344091, Russia; phones: +78632970682, +79185577736; the department of pediatric surgery and orthopedics; dr. of med. sc.; professor.

**Bashar Ahmad Dawood** – e-mail: bashar\_amd@hotmail.com; phones: +78632970682, +79885620309; the department of pediatric surgery and orthopedics; postgraduate student.

УДК 004.9+007:57+615.47

**Д.С. Алексеев, Е.П. Попечителев**

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МУКОЦИЛИАРНОГО АППАРАТА**

*Рассматриваются методы изучения и оценки численных характеристик двигательной активности цилиарного аппарата (ДАЦА), предназначенного для очищения слизистых оболочек организма от вредных компонентов, поступающих из внешней среды, с учетом специфики мерцательного аппарата как объекта исследования. Приведена общая классификация методов исследования ДАЦА. При этом основное внимание обращено на: метод с применением макромаркеров, помещаемых на слизистую, метод ускоренной видеосъемки, и метод пространственно-временного спектрального анализа изображения мерцательного эпителия. Обсуждаются пути развития систем исследования ДАЦА, основанных на различных вариантах спектрального анализа, для целей диагностики ринологических патологий.*

*Двигательная активность цилиарного аппарата; метод с применением макромаркеров; метод ускоренной видеосъемки; метод пространственно-временного спектрального анализа.*

**D.S. Alekseev, E.P. Popchitelev**

### **METHODS OF THE RESEARCH OF THE MUCOCILIARY APPARATUS MOTOR ACTIVITY**

*The methods of examination and evaluation of numerical characteristics of the ciliary apparatus motor activity (CAMA), intended to cleanse the mucous membranes of the body from harmful components originating from the external environment, specific to ciliated apparatus as an object of study. The general classification of research methods of the CAMA is given. The main attention is drawn to: the method using macromarkers placed on the mucosa, the method of high speed video, and the method of the space-time spectral analysis of images of ciliated epithelium. We discuss the development of systems researching CAMA based on different versions of the spectral analysis for diagnostic purposes rhinological pathologies.*

*Motor activity of the ciliary apparatus; a method using macromarkers; the method of high speed video; the method of the space-time spectral analysis.*

**Мукоцилиарный аппарат как защитный механизм.** Полости организма, контактирующие с внешней средой, подвержены атаке вредоносных факторов – пыли, микроорганизмов и другие составляющих. Мерцательный эпителий (например, полости носа, ушей, рта, бронхов и т.п.) является барьером на пути проникно-