

## **Моделирование анатомо-морфологического пространства для размещения детского насоса вспомогательного кровообращения**

*В.А. Козлов<sup>1,2,3</sup>, Г.П. Иткин<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup>ФГБУ «Федеральный научный центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России

<sup>3</sup>Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

Из-за огромного количества детей, нуждающихся в оперативном лечении (в Соединенных Штатах Америки ежегодно проводится порядка 40,000 операций пациентам первых лет жизни, рожденных с пороками сердца [1]), всё острее встает вопрос об использовании систем механической поддержки кровообращения (МПК) у пациентов младшего возраста. С появлением миниатюрных насосов непульсирующего потока (ННП) появилась возможность широкого применения систем для педиатрических пациентов.

По данным Международного общества трансплантации сердца и легкого, процент пациентов, у которых МПК была использована в качестве «моста к трансплантации» возрос почти в 2 раза, с 12% в 2006 году, до 23% в 2012 [2].

В настоящее время разрабатывается отечественная система МПК для педиатрических пациентов на базе детского осевого насоса (ДОН). Необходимо было выбрать правильное расположение устройства при имплантации в зависимости от возраста, массы тела, роста и площади поверхности тела маленького пациента. В связи с тем, что размеры грудной клетки и внутренних органов грудной полости сильно варьируют у пациентов детского возраста, необходим правильный подбор размещения системы МПК с учетом физиологических и анатомических особенностей.

Нами была разработана методика построения 3D-модели грудной клетки и органов грудной полости, а также были разработаны варианты размещения насоса системы механической поддержки кровообращения (МПК) для детей в возрасте от 1 до 10 лет с учетом анатомо-физиологических особенностей.

В Федеральном научном центре трансплантологии и искусственных органов имени академика Шумакова, нами были получены 10 обезличенных КТ-исследований органов грудной полости детей в возрасте от 1 года до 18 лет, с различными патологиями сердца (дефект межпредсердной перегородки, дефект межжелудочковой перегородки, открытый артериальный проток). Для каждого из пациентов также были известны масса тела, рост и площадь поверхности тела (ППТ). Данные были использованы для создания 3D-моделей грудной клетки и органов грудной полости. КТ изображения были получены в рамках стандартной предоперационной клинической диагностики в отделении детской кардиохирургии. При проведении КТ-исследования был использован здесь будут характеристики томографа. Толщина срезов, в зависимости от исследования варьировала в диапазоне от 0,4мм до 0,8мм.

Для работы с послойными изображениями КТ-исследования было использовано программное обеспечение Siemens Somatom Sensation. Оно позволяет работать с каждым слоем в отдельности, производить измерения расстояний между точками на срезе, сохранять отдельные изображения, а также изменять их контрастность, для лучшей визуализации проблемных участков. Также в нем представлена информация о толщине среза, числе срезов, дате проведения исследования и возрасте пациентов.

Для получения 3D-визуализации, из общего массива послойных изображений (порядка 250-400 штук на исследование), выбиралось 25-30 изображений так, чтобы расстояния между слоями были равны. Величина расстояний составляла от 4мм до 10мм в зависимости от толщины срезов. Благодаря разработанному нами алгоритму обработки, мы получили возможность строить 3D-модели грудной клетки и органов грудной полости с сохранением реальных размеров и возможности проведения измерений, а также возможностью перемещения и деформации моделей внутренних органов. Результат построения модели для ребенка в возрасте 3 лет показан на рис. 1.

В соответствии с анатомическими и физиологическими ограничениями, были определены условия правильного размещения ДОН в грудной полости ребенка:

1. Расположение в передней части области левого легкого;
2. Прижатие к внутренней стороне левых ребер для обеспечения возможности закрепления насоса;
3. Отсутствие плотного соприкосновения поверхности насоса с сердцем во избежание осложнений, связанных с возможностью воспаления и некроза мышечной стенки камер сердца;
4. Минимизация длины входного и выходного патрубков насоса.

С учетом расположения насоса и консультации с детским кардиохирургом, было решено соединять выход насоса с нисходящей аортой по причине удобного доступа к ней из области размещения. Вариант размещения для ребенка в возрасте 10 лет показан на рис. 2.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Отечественная система МПК ДОН может применяться в терапии сердечной недостаточности у детей с 1 года и старше;
2. Созданная методика построения 3D-моделей грудной клетки и органов грудной полости на основании данных КТ-исследования может использоваться в дальнейшей разработке классификации вариантов размещений, а также для построения 3D-моделей для других целей.

В планах провести исследования вариантов размещения у детей различных возрастов и имеющих различные патологии.

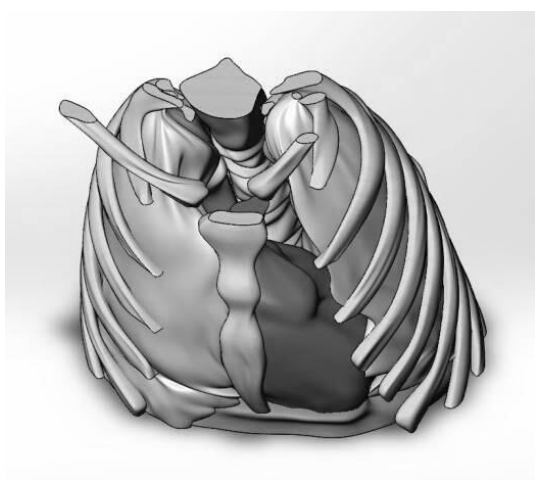


Рис. 1. Модель грудной клетки и органов грудной полости для ребенка возрастом 3 года

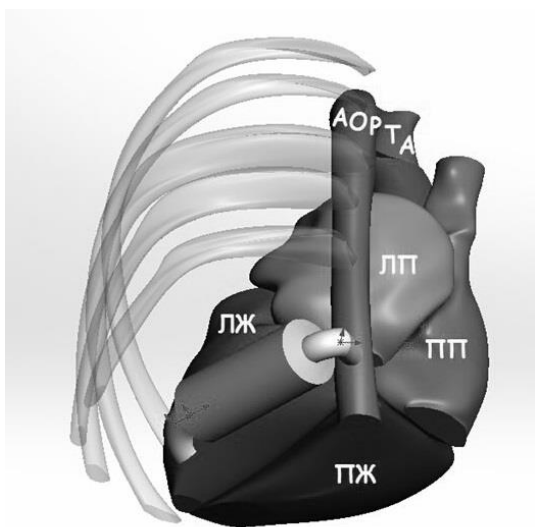


Рис. 2. Вариант размещения модели ДОН в грудной полости ребенка возрастом 10 лет

### Литература

1. *DA Ashburn et al.* Outcomes after the Norwood operation in neonates with critical aortic stenosis or aortic valve atresia // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003. V. 125(5). PP. 1070-82.
2. *AI Dipchand et al.* The registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: seventeenth official pediatric heart transplantation report—2014 // *J Heart Lung Transplant.* 2014. V. 33(10). PP. 985-95.