

УДК [612.17:616.248]-053.5(470.11)

**ГРИБАНОВ Анатолий Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, директор института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 362 научных публикаций, в т. ч. 11 монографий

**КРАЙНОВА Ирина Николаевна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории функциональных резервов организма института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 23 научных публикаций

## **СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРДЦА У ШКОЛЬНИКОВ-СЕВЕРЯН ПРИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ**

Бронхиальная астма (БА) является одной из самых распространенных патологий у детей на Европейском Севере России. На данный момент мало изучено состояние сердечно-сосудистой системы детей с данным заболеванием, несмотря на то, что она имеет тесные функциональные взаимоотношения с легкими. Пациенты с легкой степенью тяжести течения БА составляют наибольший процент в структуре заболеваемости ею, при этом они являются наиболее недообследованной группой. В статье представлены результаты изучения характеристик сердца у школьников-северян, страдающих данным заболеванием, которые были получены с помощью трансторакальной эхокардиографии, при этом учитывался этап развития сердечно-сосудистой системы ребенка. В данной работе изучались структурно-функциональные параметры сердца детей 7–17 лет, родившихся и проживающих в городе Архангельске. Основную группу составили 148 детей, больных контролируемой БА (легкой степени тяжести в период ремиссии), в группу сравнения вошел 491 здоровый ребенок, не имеющий каких-либо хронических заболеваний. Выявлено, что у мальчиков с данным заболеванием в возрасте 7–9 лет, а у девочек в 10–13 лет сердечно-сосудистая система наиболее чувствительна к действию факторов БА. Именно в этих группах у детей с данным заболеванием отмечается наибольшее количество изменений структурных и функциональных параметров сердца. При этом известно, что стаж заболевания в рассматриваемых возрастных группах мальчиков и девочек с БА достоверно не отличается. Во всех группах признаков легочной гипертензии, которую определяли с помощью транстрикуспидальной регургитации, выявлено не было.

**Ключевые слова:** *школьники, Европейский Север России, бронхиальная астма, эхокардиография, структурные и функциональные характеристики сердца.*

Бронхиальная астма (БА) является одной из распространенных патологий детского возраста и с полным правом может быть названа одним из

наиболее значимых хронических заболеваний, формирующих инвалидизацию с детства. Причем она имеет тенденцию к стремительному ро-

сту распространенности, увеличению тяжести течения и потенциального ущерба для продолжительности и качества жизни пациентов [1–3].

Болеют БА в мире от 4 до 10 % населения [4, 5]. В России распространенность данной патологии органов дыхания среди взрослого населения колеблется от 2,2 до 5-7 %, а в детской популяции этот показатель составляет около 10 % [4, 6, 7].

БА у детей – заболевание, в основе которого лежит хроническое аллергическое воспаление бронхов, сопровождающееся их гиперреактивностью и периодически возникающими приступами затрудненного дыхания или удушья в результате распространенной бронхиальной обструкции, обусловленной бронхokonстрикцией, гиперсекрецией слизи, отеком стенки бронхов. Бронхиальная обструкция (под влиянием лечения или спонтанно) обратима [8–12].

В развитии атопических заболеваний вообще и БА в частности имеют значение как природные, так и искусственные экологические факторы: физико-химические особенности и колебания окружающей среды (абсолютная и относительная влажность, атмосферное давление, температура воздуха и т. п.). Существенную роль играют также изменения внешней среды обитания человека в связи с антропогенным загрязнением воздуха, которые носят как локальный, так и глобальный характер [13–16].

Экологические условия Европейского Севера России характеризуются частыми и значительными колебаниями атмосферного давления, холодом, высокой влажностью, геомагнитной возмущенностью, нарушением фотопериодичности, микроэлементного состава воды и пищевых продуктов [17, 18]. При этом Архангельская область является промышленно развитым регионом, где сосредоточены крупнейшие предприятия целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, судостроения, электроэнергетического комплекса. Выбросы промышленных предприятий характеризуются высоким содержанием диоксида серы (50,0 %), различных видов пыли (16,5 %), оксида углерода (10,6 %), оксида азота (9,3 %), углеводородов (12,6 %) [4].

Все эти факторы могут выступать непосредственно в качестве триггеров, а также повышают вероятность экспрессии генов и тем самым способствуют мутациям и учащению развития многих заболеваний современного человека, в т. ч. бронхиальной астмы и других аллергических заболеваний [10, 19, 20]. Подтверждением данного факта является распространенность БА, наиболее выраженная в Северо-Западном округе и составляющая 1738,2  $\text{‰}$  для детей 0–14 лет и 1975,8  $\text{‰}$  для детей от 15 до 17 лет [21].

В силу естественного вовлечения сердечно-сосудистой системы в патогенез БА актуальным является изучение особенностей гемодинамики при данном заболевании у детей, поскольку изменения кровообращения при БА имеют большое значение в определении прогноза и дальнейшего успешного лечения данного заболевания [22]. При этом особенно важным является наличие изменений в период ремиссии бронхиальной астмы.

В литературе практически отсутствуют сведения о состоянии сердца у детей с данным заболеванием на территории Северо-Западного округа. Исследования проводились преимущественно среди детей южных и центральных регионов нашей страны и касались в основном БА средней и тяжелой степени тяжести течения. Пациенты с легкой степенью тяжести течения данного заболевания составляют наибольший процент в структуре заболеваемости БА, при этом они являются наиболее недообследованной группой.

При легком течении БА клинические симптомы часто имеют стертый характер, что связано с хроническим течением воспалительного процесса в слизистой оболочке бронхов, в результате чего данные пациенты в значительно меньшей степени обращаются в поликлинику за медицинской помощью.

В развитии системы кровообращения у детей и подростков Европейского Севера выделяют три основных этапа, характеризующихся различными соотношениями показателей функционирования отдельных звеньев и отличающихся

от средней полосы как по срокам наступления, так и по своей характеристике [23].

Первый этап – 7–9 лет, характеризуется началом перестройки электромеханической деятельности сердца, увеличением сердечного выброса и интенсивности периферического кровотока.

Второй этап – 10–13 лет, к его особенностям относятся наиболее значительные перестройки электромеханической деятельности сердца, начальное увеличение просвета функционирующих капилляров и тенденция к экономизации периферического кровотока.

Третий этап – 14–16 лет, отличается значительным возрастанием артериального давления и просвета функционирующих капилляров на фоне относительной стабилизации электромеханических проявлений сердечной деятельности, увеличения сердечного выброса и не снижающейся интенсивности периферического кровотока [23].

Цель работы: определить особенности кардиогемодинамики у детей с контролируемой БА школьного возраста Европейского Севера России в зависимости от этапа онтогенеза системы кровообращения и пола ребенка.

**Материалы и методы.** Исследование структурно-функциональных параметров сердца проводили у детей 7–17 лет на базе МУЗ «Городская поликлиника № 2», родившихся и проживающих в г. Архангельске.

Всего обследовано 639 детей, из них 491 здоровый ребенок, 148 больных контролируемой БА легкой степени тяжести в период ремиссии (табл. 1). Обследуемые были разделены на три возрастные группы соответственно этапам развития сердечно-сосудистой системы у детей-северян: 7–9, 10–13, 14–17 лет [23].

Стаж заболевания у детей с контролируемой БА достоверно не отличался у мальчиков и девочек в группах 7–9, 10–13 и 14–17 лет. Статистически значимые отличия стажа данного заболевания у мальчиков выявлены в группе 10–13 лет по сравнению с группой 7–9 лет ( $p < 0,05$ ), в группе 14–17 лет по сравнению с группой 10–13 лет ( $p < 0,001$ ). У девочек с контролируемой БА достоверное отличие стажа заболевания выявлено только в группе 10–13 лет по сравнению с группой 7–9 лет ( $p < 0,001$ ).

Все дети имели физическое развитие, соответствующее возрастным нормам [24]. Исследование проводили в первой половине дня, в период наибольшей активности физиологических функций. Для оценки состояния основных показателей сердца применяли метод трансторакальной эхокардиографии. Ультразвуковое исследование сердца проводили по стандартным методикам на эхокардиографе «Vivid 3».

Определяли такие структурные параметры сердца, как диаметры правого желудочка, правого предсердия, легочной артерии, аорты, раскрытия аортального клапана (АК), левого предсердия, а также конечно-систолический и конечно-диастолический размеры левого желудочка (КСР и КДР), толщину межжелудочковой перегородки (МЖП) и задней стенки левого желудочка (ЗС ЛЖ) в систолу и диастолу. Определяли функциональные показатели: скорости на атриовентрикулярных клапанах, аорте и легочной артерии, рассчитывались конечно-систолический (КСО) и конечно-диастолический (КДО) объемы, ударный объем (УО), минутный объем кровообращения (МОК), сердечный индекс (СИ), фракция выброса (ФВ) и частота сердечных сокращений за 1 мин (ЧСС).

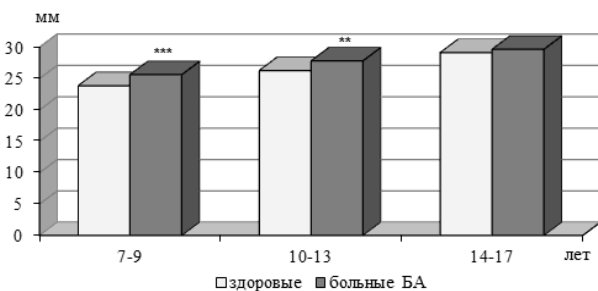
Таблица 1

ПОЛОВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ГРУПП ДЕТЕЙ

| Группы    | Здоровые дети |         | Больные дети |         | Итого |
|-----------|---------------|---------|--------------|---------|-------|
|           | мальчики      | девочки | мальчики     | девочки |       |
| 7–9 лет   | 84            | 69      | 23           | 17      | 193   |
| 10–13 лет | 92            | 72      | 23           | 22      | 209   |
| 14–17 лет | 110           | 64      | 42           | 21      | 237   |
| Всего     | 286           | 205     | 88           | 60      | 639   |

Статистическая обработка данных проведена с помощью компьютерных программ «SPSS 17.0 for Windows» и «Stadia 7». Все исследуемые параметры имели нормальное распределение. Для выявления различий между показателями, соответствующими критериям нормальности, использовали t-критерий Стьюдента. Пороговым уровнем статистической значимости принимался при значении критерия  $p < 0,05$ . Для установления структуры взаимосвязей переменных применялся факторный анализ.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведения эхокардиографии у школьников с контролируемой БА легкой степени тяжести в период ремиссии, проживающих в условиях Европейского Севера, с учетом пола и этапа онтогенеза системы кровообращения были получены следующие результаты. Линейные размеры правых отделов сердца у мальчиков 7–17 лет с БА с возрастом увеличиваются. Размер правого предсердия мальчиков с БА статистически значимо преобладает над размерами правого предсердия здоровых мальчиков в группах 7–9 и 10–13 лет ( $p < 0,001$  и  $p < 0,01$  соответственно) (рис. 1). В группе 14–17 лет достоверных отличий данного параметра не выявлено.



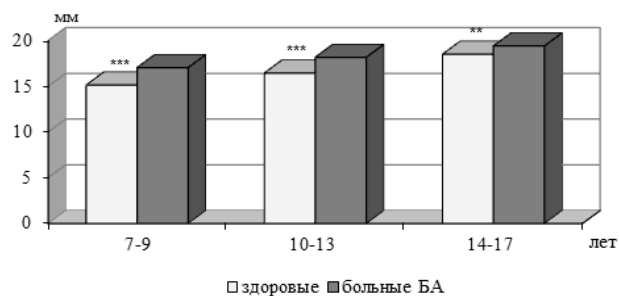
**Рис. 1.** Размер правого предсердия у здоровых мальчиков и больных БА (достоверная разница между размерами правого предсердия мальчиков контрольной группы и с БА: \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ ).

Иная особенность прослеживается относительно размера правого желудочка: у мальчиков с БА размер данного показателя достоверно превышает значение здоровых детей во всех группах (рис. 2). В группе 7–9 лет размер данного линейного показателя мальчиков с БА на

11,0 % больше, чем у здоровых мальчиков соответствующего возраста, в 10–13 лет – на 9,5 % больше, чем у здоровых мальчиков 10–13 лет, в 14–17 лет – на 4,7 % больше, чем у здоровых мальчиков 14–17 лет.

Данные изменения, вероятнее всего, связаны с длительностью течения заболевания [25]. Некоторые авторы считают, что изменения правого желудочка (гипертрофия и дилатация) являются достаточно поздним признаком легочно-сердечных нарушений при БА, что, скорее всего, связано с адаптацией организма больного [26, 27].

Размер легочной артерии в представленных группах не имеет достоверного различия у здоровых и больных мальчиков.



**Рис. 2.** Размер правого желудочка у здоровых мальчиков и больных бронхиальной астмой (достоверная разница между размерами правого желудочка мальчиков контрольной группы и с БА: \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ ).

Систолическое давление в легочной артерии у мальчиков с БА в периоде ремиссии, оцениваемое по скорости струи трикуспидальной регургитации, не превышает нормы, что подтверждает данные литературы о том, что при хронических заболеваниях легких давление в легочной артерии не достигает высоких значений [25].

При анализе структурно-функциональных показателей большого круга кровообращения у мальчиков с БА были получены следующие результаты. В группе 7–9 лет размер левого предсердия достоверно преобладает у больных мальчиков по сравнению со здоровыми ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

КДР ЛЖ также преобладает у мальчиков с БА, значение его на 4,1 % превышает значение здоровых. Раскрытие аортального клапана

Таблица 2

## ЛИНЕЙНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕВЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА МАЛЬЧИКОВ 7–17 ЛЕТ С БА (M±m)

| Показатели           | Возраст, лет  |              |             |
|----------------------|---------------|--------------|-------------|
|                      | 7–9           | 10–13        | 14–17       |
| Левое предсердие, мм | 25,41±0,46 *  | 26,92±0,71   | 29,70±0,47  |
| КСР ЛЖ, мм           | 25,67±0,36    | 28,37±0,47   | 31,81±0,25  |
| КДР ЛЖ, мм           | 39,76±0,54 ** | 43,22±0,77   | 48,54±0,41  |
| МЖП в систолу, мм    | 0,869±0,026   | 0,947±0,031  | 1,08±0,03   |
| МЖП в диастолу, мм   | 0,605±0,015   | 0,675±0,029  | 0,786±0,018 |
| ЗС ЛЖ в диастолу, мм | 0,490±0,013   | 0,584±0,026  | 0,677±0,016 |
| ЗС ЛЖ в систолу, мм  | 0,837±0,023   | 0,938±0,031  | 1,06±0,002  |
| Аорта, мм            | 21,35±0,44    | 24,72±0,45 * | 27,60±0,31  |
| Раскрытие АК, мм     | 17,09±0,44 *  | 19,43±0,51   | 22,10±0,29  |

Примечание: достоверная разница между параметрами сердца мальчиков контрольной группы и с БА: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ .

статистически значимо преобладает у мальчиков с БА –  $p < 0,05$ . Остальные параметры левых отделов сердца, такие как КСР ЛЖ, толщина межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ в систолу и диастолу, а также диаметр аорты не имеют достоверных различий у здоровых и больных БА мальчиков.

В группе 10–13 лет отмечается статистически значимое преобладание диаметра аорты у мальчиков с БА над диаметром аорты здоровых –  $p < 0,05$ . Остальные рассматриваемые параметры

левых отделов сердца: левое предсердие, КСР ЛЖ, КДР ЛЖ, межжелудочковая перегородка и задняя стенка ЛЖ в систолу и диастолу, а также раскрытие аортального клапана статистически значимо не различаются у здоровых и больных детей.

В группе 14–17 лет линейные параметры левых отделов сердца здоровых и больных мальчиков достоверно не различаются.

Функциональные параметры сердца мальчиков представлены в табл. 3. В группе 7–9 лет скорость кровотока в легочной артерии, опреде-

Таблица 3

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЦА МАЛЬЧИКОВ 7–17 ЛЕТ С БА (M±m)

| Показатели                               | Возраст, лет   |                 |             |
|--|----------------|-----------------|-------------|
|  | 7–9            | 10–13           | 14–17       |
| Скорость на митральном клапане, м/с      | 1,08±0,03      | 1,06±0,02       | 1,06±0,02   |
| Скорость на трикуспидальном клапане, м/с | 0,674±0,018    | 0,709±0,013 *** | 0,696±0,012 |
| Скорость в аорте, м/с                    | 1,29±0,03      | 1,22±0,04       | 1,24±0,03   |
| Скорость в легочной артерии, м/с         | 0,989±0,027 ** | 0,946±0,026     | 0,974±0,019 |
| Нисходящая аорта, м/с                    | 1,49±0,05      | 1,52±0,04       | 1,51±0,03   |
| КСО, мл                                  | 24,01±0,84     | 30,82±1,29      | 40,53±0,75  |
| КДО, мл                                  | 69,42±2,25 **  | 84,93±3,74      | 110,83±2,11 |
| УО, мл                                   | 45,41±1,54 **  | 54,11±2,53      | 70,30±1,52  |
| МОК, л/мин                               | 3,85±0,18 **   | 4,21±0,20 *     | 5,12±0,15   |
| СИ, л·м <sup>2</sup> /мин                | 3,79±0,16 **   | 3,15±0,13 *     | 3,05±0,09   |
| ФВ, %                                    | 65,38±0,50     | 63,66±0,43      | 63,00±0,37  |
| ЧСС, удар в мин                          | 85,30±3,32     | 78,35±2,31      | 73,26±1,87  |

Примечание: достоверная разница между функциональными параметрами сердца мальчиков контрольной группы и с БА: \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .



ляемая с помощью доплерэхокардиографии, достоверно преобладает у мальчиков с БА –  $p < 0,01$ . КДО также статистически значимо преобладает у больных мальчиков, значение его превышает значение здоровых на 9,4 %.

Такая же динамика отмечается и относительно значений УО, МОК и СИ мальчиков с БА – данные параметры достоверно превышают значение здоровых на 10,9, 15,6 и 13,2 % соответственно. Остальные рассматриваемые функциональные показатели сердца мальчиков в группе 7–9 лет, такие как КСО, ФВ, ЧСС, скорости кровотока на митральном и трикуспидальном клапанах, а также в выходном тракте левого желудочка и нисходящей аорте не имеют достоверных различий у здоровых и больных детей.

В группе 10–13 лет скорость кровотока на трикуспидальном клапане статистически значимо преобладает у мальчиков с БА, значение ее на 9,6 % превышает значение здоровых. Значения МОК и СИ мальчиков с БА статистически значимо превышает значения здоровых – на 7,6 и 9,5 % соответственно. Такие функциональные параметры, как КСО, КДО, УО, ФВ и ЧСС в группе 10–13 лет не имеют достоверных различий у здоровых и больных мальчиков.

В группе 14–17 лет размеры рассматриваемых функциональных параметров не имеют достоверных различий у мальчиков с БА и здоровых.

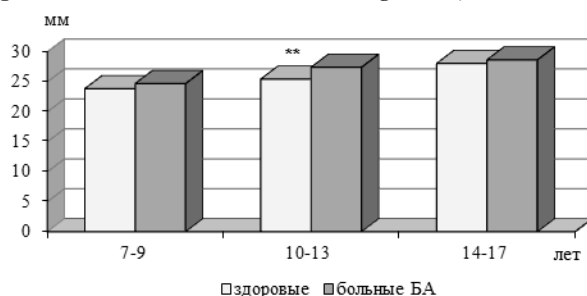
Таким образом, у мальчиков с БА в группе 7–9 лет отмечается статистически значимое преобладание таких параметров, как правое предсердие, правый желудочек, левое предсердие, КДР ЛЖ, раскрытие аортального клапана, скорости кровотока на легочной артерии, КДО, УО, МОК и СИ. В возрасте 10–13 лет у мальчиков с БА достоверно значимо преобладают размеры правого предсердия, правого желудочка, диаметра аорты, скорости кровотока на трикуспидальном клапане, МОК и СИ. В 14–17 лет у мальчиков с БА статистически значимо преобладает лишь размер правого желудочка.

Во всех группах признаков легочной гипертензии выявлено не было.

Линейные размеры правых отделов сердца девочек 7–17 лет с БА также увеличиваются

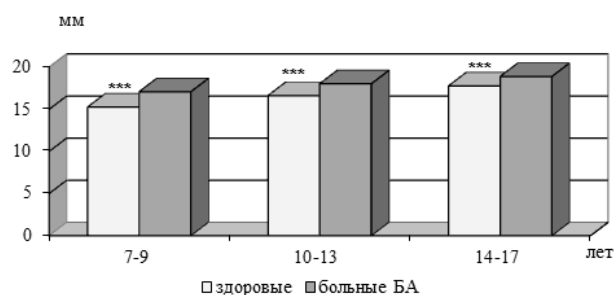
с возрастом. При сравнении структурно-функциональных параметров здоровых и больных БА девочек были выявлены следующие особенности.

Размер правого предсердия у девочек с БА достоверно преобладает над размерами здоровых лишь в группе 10–13 лет ( $p < 0,01$ ), в остальных группах статистически значимых различий выявлено не было (рис. 3).



**Рис. 3.** Размер правого предсердия у здоровых девочек и больных БА (достоверная разница между размерами правого предсердия девочек контрольной группы и с БА: \*\* –  $p < 0,01$ ).

Диаметр правого желудочка статистически значимо преобладает у девочек с БА во всех трех группах – в группе 7–9 лет он на 10,7 % превышает размер правого желудочка здоровых, в 10–13 лет – на 7,8 %, в 14–17 лет – на 5,9 % (рис. 4).



**Рис. 4.** Размер правого желудочка у здоровых девочек и больных бронхиальной астмой (достоверная разница между размерами правого желудочка девочек контрольной группы и с БА: \*\*\* –  $p < 0,001$ ).

Данные изменения правых отделов сердца, вероятнее всего, также объясняются длительностью течения заболевания [25].

Размер легочной артерии статистически значимо не различается у здоровых и больных девочек. Систолическое давление в легочной артерии, определяемое по скорости струи трикуспидальной регургитации, у девочек с БА в периоде ремиссии не превышает нормы. Размеры линейных параметров левых отделов сердца девочек также с возрастом увеличиваются (табл. 4).

В группе 7–9 лет достоверных различий скоростей кровотока у здоровых и больных девочек выявлено не было. Такие показатели, как МОК и СИ статистически значимо преобладают у девочек с БА ( $p < 0,05$  в обоих случаях). Остальные параметры: КСО, КДО, УО, ФВ и ЧСС, – не имеют достоверных различий у здоровых девочек и с БА.

Таблица 4

## ЛИНЕЙНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕВЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА ДЕВОЧЕК 7-17 ЛЕТ С БА (M±m)

| Показатели           | Возраст, лет |               |             |
|----------------------|--------------|---------------|-------------|
|                      | 7–9          | 10–13         | 14–17       |
| Левое предсердие, мм | 24,19±0,33   | 27,70±0,63 *  | 27,81±0,58  |
| КСР ЛЖ, мм           | 25,05±0,43   | 28,31±0,59 *  | 29,42±0,33  |
| КДР ЛЖ, мм           | 38,14±0,62   | 43,04±0,85 *  | 45,10±0,61  |
| МЖП в систолу, мм    | 0,821±0,014  | 0,933±0,023   | 0,955±0,038 |
| МЖП в диастолу, мм   | 0,586±0,021  | 0,613±0,012   | 0,689±0,022 |
| ЗС ЛЖ в диастолу, мм | 0,497±0,017  | 0,575±0,009   | 0,601±0,020 |
| ЗС ЛЖ в систолу, мм  | 0,822±0,023  | 0,937±0,029   | 0,982±0,025 |
| Аорта, мм            | 21,49±0,39 * | 24,79±0,51 ** | 25,85±0,53  |
| Раскрытие АК, мм     | 16,74±0,38   | 18,98±0,31 *  | 19,54±0,36  |

Примечание: достоверная разница между параметрами сердца девочек контрольной группы и с БА: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ .

В группе 7–9 лет отмечается статистически значимое преобладание лишь размера аорты у девочек с БА ( $p < 0,05$ ). Остальные рассматриваемые параметры сердца, такие как левое предсердие, КСР ЛЖ, КДР ЛЖ, толщина межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ в систолу и диастолу, не имеют достоверных отличий.

В группе 10–13 лет у девочек с БА отмечается статистически значимое преобладание размеров таких параметров, как левое предсердие ( $p < 0,05$ ), КСР ЛЖ ( $p < 0,05$ ), КДР ЛЖ ( $p < 0,05$ ), аорты ( $p < 0,01$ ) и раскрытия аортального клапана ( $p < 0,05$ ). Остальные линейные показатели левых отделов сердца не имеют достоверных различий у здоровых и больных девочек.

В группе 14–17 лет статистически значимых различий линейных параметров левых отделов сердца у здоровых и девочек с БА выявлено не было. Функциональные параметры сердца девочек представлены в табл. 5 (см. с. 24).

В группе 10–13 лет статистически значимых различий скоростей рассматриваемых кровотоков у здоровых и больных девочек также выявлено не было. Значение КСО девочек с БА в указанной группе достоверно превышает значение данного параметра здоровых на 12,6%, значение КДО больных девочек превышает на 13,0% значение здоровых, значение УО – на 13,3%. Такие параметры, как МОК, СИ, ФВ и ЧСС не имеют достоверных различий у здоровых и больных девочек в данной возрастной группе.

В группе 14–17 лет достоверных различий функциональных параметров сердца у здоровых и больных девочек выявлено не было.

Таким образом, у девочек с БА в 7–9 лет отмечается преобладание правого желудочка, диаметра аорты, а также МОК и СИ. В возрасте 10–13 лет отмечается преобладание не только правых отделов сердца, но и левых: левого предсердия, КСР ЛЖ и КДР ЛЖ, диаметра аорты и раскрытия аортального клапана, а также

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЦА ДЕВОЧЕК 7–17 ЛЕТ С БА (M±m)

| Показатели                               | Возраст, лет |               |             |
|--|--------------|---------------|-------------|
|  | 7–9          | 10–13         | 14–17       |
| Скорость на митральном клапане, м/с      | 1,08±0,04    | 1,08±0,03     | 1,04±0,03   |
| Скорость на трикуспидальном клапане, м/с | 0,654±0,011  | 0,666±0,023   | 0,668±0,017 |
| Скорость в аорте, м/с                    | 1,19±0,04    | 1,21±0,03     | 1,22±0,03   |
| Скорость в легочной артерии, м/с         | 0,948±0,019  | 0,921±0,025   | 0,930±0,022 |
| Нисходящая аорта, м/с                    | 1,49±0,04    | 1,44±0,03     | 1,44±0,03   |
| КСО, мл                                  | 22,62±0,94   | 30,84±1,57 *  | 33,50±0,91  |
| КДО, мл                                  | 62,91±2,43   | 84,26±3,80 ** | 93,41±3,07  |
| УО, мл                                   | 40,29±1,60   | 53,42±2,33 ** | 59,91±2,28  |
| МОК, л/мин                               | 3,36±0,19 *  | 4,02±0,20     | 4,36±0,18   |
| СИ, л·м <sup>2</sup> /мин                | 3,31±0,13 *  | 3,06±0,16     | 2,85±0,10   |
| ФВ, %                                    | 64,03±0,51   | 63,61±0,52    | 64,10±0,51  |
| ЧСС, удар в мин                          | 82,71±2,13   | 75,86±2,71    | 72,90±1,66  |

Примечание: достоверная разница между функциональными параметрами сердца девочек контрольной группы и с БА: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ .

КСО, КДО и УО. В возрасте 14–17 лет у девочек с БА отмечается преобладание лишь правого желудочка.

Признаков легочной гипертензии у девочек с БА также выявлено не было.

Гипоксия, характерная для БА [8], приводит к увеличению МОК, который в условиях вазоконстрикции повышает давление в малом круге кровообращения. В результате отмечается увеличение правых отделов сердца. Миокард правых полостей начинает испытывать как систолическую перегрузку сопротивлением, так и перегрузку объемом. Изменения в правом желудочке ведут к появлению и постепенному нарастанию изменений в левых полостях сердца, вызывая увеличение как структурных,

так и некоторых функциональных параметров сердца [28]. Данные изменения наблюдаются у мальчиков с БА в основном в 7–9 лет, у девочек с данным заболеванием – в 10–13 лет.

**Закключение.** Выявленные особенности структурно-функциональных параметров сердца у детей и подростков с БА свидетельствуют о том, что у мальчиков с данным заболеванием именно в возрасте 7–9 лет, а у девочек – в 10–13 лет сердечно-сосудистая система наиболее чувствительна к действию факторов БА. Именно в этих группах у мальчиков и у девочек отмечается наибольшее количество изменений параметров сердца, при этом известно, что стаж заболевания в рассматриваемых возрастных группах мальчиков и девочек с БА достоверно не различается.

## Список литературы

1. Алиева В.Э. Особенности иммунного статуса и цитокинового профиля у детей с бронхиальной астмой // Астма. 2010. Т. 11, № 2. С. 100–103.
2. Ревякина В.А. Бронхиальная астма у детей: причины возникновения // Дет. доктор. 1999. № 2. С. 24–25.
3. Szefer S.J. Advances in Pediatric Asthma in 2009: Gaining Control of Childhood Asthma // J. Allergy Clin. Immunol. 2010. Vol. 125, № 1. P. 69–78.
4. Байдакова Е.В., Унгурияну Т.Н., Бузинов Р.В., Гудков А.Б. Заболеваемость бронхиальной астмой населения Архангельской области // Экология человека. 2011. № 12. С. 8–13.



5. Овчаренко С.И. Бронхиальная астма: диагностика и лечение // Рус. мед. журн. 2002. Т. 10, № 17. С. 766.
6. Горячина Л.А., Дробик О.С., Битеева Д.В. Антагонисты лейкотриеновых рецепторов в лечении бронхиальной астмы // Вестн. семейн. медицины. 2010. № 5–6. С. 1–4.
7. Усейнова Н.Н., Шовкун В.А., Мизерницкий Ю.Л. Иммуноэндокринные механизмы формирования бронхиальной астмы у детей раннего возраста с повторными респираторными заболеваниями // Астма. 2010. Т. 11, № 2. С. 83–87.
8. Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактики. Национальная программа. 2-е изд-е. М., 2008. 108 с.
9. Грипти М.А. Патофизиология легких. М., 1997. 344 с.
10. Лянунов А.В., Балаболкин И.И., Смирнов И.Е. Клинико-морфологическая характеристика воспаления дыхательных путей при бронхиальной астме и его биологические маркеры // Педиатрия. 2003. № 6. С. 1–5.
11. Незабудкин С.Н., Антонова Т.И., Ростова А.В. Бронхиальная астма и неспецифическая гиперреактивность бронхов у детей // Пульмонология детского возраста: проблемы и решения / под ред. Ю.Л. Мизерницкого, А.Д. Царегородцева. М., 2007. Вып. 7. С. 141–146.
12. Чучалин А.Г. Бронхиальная астма. М., 2001. 144 с.
13. Иванов С.Н., Соколов А.А., Кривоногов Н.Г. Неинвазивные методы диагностики легочной гипертензии у детей с врожденными пороками сердца // Материалы III Всерос. семинара памяти профессора Н.А. Белоконь. Архангельск, 2003. С. 76–83.
14. Мачарадзе Д.Ш., Джшикарцани И.Р., Беридзе В.Д. Связь распространенности аллергических заболеваний с некоторыми факторами окружающей среды // Астма. 2006. № 7. С. 36–41.
15. Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma. National Heart, Lung, and Blood Institute, 2007.
16. Jackson D.J., Sykes A., Mallia P., Johnston S.L. Asthma Exacerbations: Origin, Effect, and Prevention // J. Allergy Clin. Immunol. 2011. Vol. 128, № 6. P. 1165–1174.
17. Грибанов А.В., Береснев С.И. Возрастные особенности центральной гемодинамики у школьников Европейского Севера // Север. Дети. Школа: сб. науч. тр. / под ред. А.В. Грибанова. Архангельск, 1994. Вып. 1. С. 73–83.
18. Гудков А.Б., Шишелова О.В. Морфофункциональные особенности сердца и магистральных сосудов у детей школьного возраста: моногр. Архангельск, 2011. 152 с.
19. Безрукова Д.А. Атопическая патология у детей, проживающих в условиях сочетанного воздействия антропогенной нагрузки и йодного дефицита: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Астрахань, 2010. 43 с.
20. Дыбунова Е.Л. Распространенность и течение аллергических заболеваний у детей, проживающих в различных эколого-географических условиях // Пульмонология детского возраста: проблемы и решения / под ред. Ю.Л. Мизерницкого, А.Д. Царегородцева. М., 2007. Вып. 7. С. 134–136.
21. Аллергия у детей: от теории – к практике / под ред. Л.С. Намазовой-Барановой. М., 2010–2011. 668 с.
22. Беляков А.В., Шишкина М.И. Состояние системной и легочной гемодинамики и микроциркуляции при бронхиальной астме у детей // Педиатрия. 2008. № 4. С. 30–33.
23. Грибанов А.В. Динамика кровообращения у школьников в условиях Европейского Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 1991. 38 с.
24. Руководство по клиническому исследованию ребенка / под ред. В.И. Макаровой. Архангельск, 2002. 279 с.
25. Старовойтова Е.А., Иванов С.Н., Огородова Л.М. Особенности гемодинамики малого круга кровообращения и функционального состояния у детей с бронхиальной астмой // Пульмонология. 2007. № 4. С. 56–59.
26. Асриянц И.Э., Копытов Г.А., Харчев А.В. Оценка структурно-функциональных показателей миокарда у детей с бронхиальной астмой // Аллергология. 1999. № 1. С. 31–35.
27. Палеев Н.Р., Царькова Л.Н., Черейская Н.К. Легочная гипертензия и поражение сердца при хронических неспецифических заболеваниях легких // Кардиология. 1988. № 12. С. 58–63.
28. Сорока Н.Д., Орлова Н.В. Современные принципы диагностики и лечения хронического легочного сердца у детей // Пульмонология детского возраста: проблемы и решения / под ред. Ю.Л. Мизерницкого, А.Д. Царегородцева. М., 2007. Вып. 7. С. 73–84.

### References

1. Alieva V.E. Osobennosti immunnogo statusa i tsitokinovogo profilya u detey s bronkhial'noy astmoy [Characteristics of Immune Status and Cytokine Profile in Children with Atopic Bronchial Asthma]. *Astma*, 2010, vol. 11, no. 2, pp. 100–103.
2. Revyakina V.A. Bronkhial'naya astma u detey: prichiny vozniknoveniya [Bronchial Asthma in Children: Causes]. *Detskiy doktor*, 1999, no. 2, pp. 24–25.
3. Szeffler S.J. Advances in Pediatric Asthma in 2009: Gaining Control of Childhood Asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2010, vol. 125, no. 1, pp. 69–78.
4. Baydakova E.V., Unguryanu T.N., Buzinov R.V., Gudkov A.B. Zabolevaemost' bronkhial'noy astmoy naseleniya Arkhangel'skoy oblasti [Bronchial Asthma Incidence Among Arkhangelsk Region Population]. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 12, pp. 8–13.
5. Ovcharenko S.I. Bronkhial'naya astma: diagnostika i lechenie [Asthma: Diagnosis and Treatment]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*, 2002, vol. 10, no. 17, p. 766.
6. Goryachkina L.A., Drobik O.S., Biteeva D.V. Antagonisty leykotrienovykh retseptorov v lechenii bronkhial'noy astmy [Leukotriene Receptor Antagonists in the Treatment of Bronchial Asthma]. *Vestnik semeynoy meditsiny*, 2010, no. 5–6, pp. 1–4.
7. Useynova N.N., Shovkun V.A., Mizernitskiy Yu.L. Immunoendokrinnye mekhanizmy formirovaniya bronkhial'noy astmy u detey rannego vozrasta s povtornymi respiratornymi zabolevaniyami [Immune and Endocrine Mechanisms of Formation of Recurrent Bronchoobstructive Syndrome in Children of Early Age with Repeated Respiratory Diseases]. *Astma*, 2010, vol. 11, no. 2, pp. 83–87.
8. *Bronkhial'naya astma u detey. Strategiya lecheniya i profilaktiki. Natsional'naya programma* [Bronchial Asthma in Children. The Treatment and Prevention Strategy. National Programme]. 2nd ed. Moscow, 2008. 108 p.
9. Grippi M.A. *Pulmonary Pathophysiology*. Lippincott Williams & Wilkin, 1995. 352 p. (Russ. ed.: Grippi M.A. *Patofiziologiya legkikh*. Moscow, 1997. 344 p.).
10. Lyapunov A.V., Balabolkin I.I., Smirnov I.E. Kliniko-morfologicheskaya kharakteristika vospaleniya dykhatel'nykh putey pri bronkhial'noy astme i ego biologicheskie markery [Clinical and Morphological Characteristics of Airway Inflammation at Asthma and Its Biological Markers]. *Pediatrics*, 2003, no. 6, pp. 1–5.
11. Nezabudkin S.N., Antonova T.I., Rostova A.V. Bronkhial'naya astma i nespetsificheskaya giperreaktivnost' bronkhov u detey [Bronchial Asthma and Nonspecific Bronchial Hyperreactivity in Children]. *Pul'monologiya detskogo vozrasta: problemy i resheniya*, 2007, iss. 7, pp. 141–146.
12. Chuchalin A.G. *Bronkhial'naya astma* [Bronchial Asthma]. Moscow, 2001. 144 p.
13. Ivanov S.N., Sokolov A.A., Krivonogov N.G. Neinvazivnye metody diagnostiki legochnoy gipertenzii u detey s vrozhdannymi porokami serdtsa [Non-Invasive Methods of Diagnosing Pulmonary Hypertension in Children with Congenital Heart Disease]. *Materialy III Vseros. seminar pamyati professora N.A. Belokon'* [Proc. 3rd Russia-Wide Seminar in Memory of Professor N.A. Belokon]. Arkhangelsk, 2003, pp. 76–83.
14. Macharadze D.Sh., Dzhisikariani I.R., Beridze V.D. Svyaz' rasprostranennosti allergicheskikh zabolevaniy s nekotorymi faktorami okruzhayushchey sredy [Relationship Between Prevalence of Allergy and Some Environmental Factors]. *Astma*, 2006, no. 7, pp. 36–41.
15. *Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma*. National Heart, Lung, and Blood Institute, 2007.
16. Jackson D.J., Sykes A., Mallia P., Johnston S.L. Asthma Exacerbations: Origin, Effect, and Prevention. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2011, vol. 128, no. 6, pp. 1165–1174.
17. Griбанov A.V., Beresnev S.I. Vozrastnye osobennosti tsentral'noy gemodinamiki u shkol'nikov Evropeyskogo Severa [Age-Related Features of Central Haemodynamics in Schoolchildren of the European North]. *Sever. Deti. Shkola: sb. nauch. tr.* [North. Children. School: Collected Sci. Papers]. Ed. by Griбанov A.V. Arkhangelsk, 1994. Iss. 1, pp. 73–83.
18. Gudkov A.B., Shishelova O.V. *Morfofunktsional'nye osobennosti serdtsa i magistral'nykh sosudov u detey shkol'nogo vozrasta* [Morphofunctional Features of Heart and Great Vessels in School-Age Children]. Arkhangelsk, 2011. 152 p.
19. Bezrukova D.A. *Atopicheskaya patologiya u detey, prozhivayushchikh v usloviyakh sochetannogo vozdeystviya antropogennoy nagruzki i yodnogo defitsita: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk* [Atopic Diseases in Children Living Under the Combined Effect of Anthropogenic Stress and Iodine Deficiency: Dr. Med. Sci. Diss. Abs.]. Astrakhan, 2010. 43 p.

20. Dybunova E.L. Rasprostranennost' i techenie allergicheskikh zabolevaniy u detey, prozhivayushchikh v razlichnykh ekologo-geograficheskikh usloviyakh [Prevalence and Course of Allergies in Children Living Under Various Ecological and Geographical Conditions]. *Pul'monologiya detskogo vozrasta: problemy i resheniya*, 2007, iss. 7, pp. 134–136.

21. *Allergiya u detey: ot teorii – k praktike* [Allergy in Children: From Theory to Practice]. Ed. by Namazova-Baranova L.S. Moscow, 2010–2011. 668 p.

22. Belyakov A.V., Shishkina M.I. Sostoyanie sistemnoy i legochnoy gemodinamiki i mikrotsirkulyatsii pri bronkhial'noy astme u detey [The State of the Systemic and Pulmonary Haemodynamics and Microcirculation in Children with Bronchial Asthma]. *Pediatrics*, 2008, no. 4, pp. 30–33.

23. Griбанov A.V. *Dinamika krovoobrashcheniya u shkol'nikov v usloviyakh Evropeyskogo Severa*: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk [Haemodynamics in Schoolchildren in the European North: Dr. Med. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 1991. 38 p.

24. *Rukovodstvo po klinicheskomu issledovaniyu rebenka* [A Guide to the Clinical Examination of a Child]. Ed. by Makarova V.I. Arkhangelsk, 2002. 279 p.

25. Starovoytova E.A., Ivanov S.N., Ogorodova L.M. Osobennosti gemodinamiki malogo kruga krovoobrashcheniya i funktsional'nogo sostoyaniya u detey s bronkhial'noy astmoy [Features of Pulmonary Haemodynamics and Endothelium Function in Children with Asthma]. *Pul'monologiya*, 2007, no. 4, pp. 56–59.

26. Asriyants I.E., Kopytov G.A., Kharchev A.V. Otsenka strukturno-funktsional'nykh pokazateley miokarda u detey s bronkhial'noy astmoy [The Structural and Functional Evaluation of Myocardium in Children with Bronchial Asthma]. *Allergologiya*, 1999, no. 1, pp. 31–35.

27. Paleev N.R., Tsar'kova L.N., Chereyskaya N.K. Legochnaya gipertenziya i porazhenie serdtsa pri khronicheskikh nespetsificheskikh zabolevaniyakh legkikh [Pulmonary Hypertension and Heart Disease at Chronic Nonspecific Lung Disease]. *Kardiologiya*, 1988, no. 12, pp. 58–63.

28. Soroka N.D., Orlova N.V. Sovremennyye printsipy diagnostiki i lecheniya khronicheskogo legochnogo serdtsa u detey [Current Principles of Diagnosis and Treatment of Chronic Pulmonary Heart Disease in Children]. *Pul'monologiya detskogo vozrasta: problemy i resheniya*, 2007, iss. 7, pp. 73–84.

***Griбанov Anatoly Vladimirovich***

Institute of Medical and Biological Research, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov  
(Arkhangelsk, Russia)

***Kraynova Irina Nikolaevna***

Institute of Medical and Biological Research, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov  
(Arkhangelsk, Russia)

## **STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE HEART IN SCHOOLCHILDREN LIVING IN THE NORTH WITH CONTROLLED BRONCHIAL ASTHMA**

Bronchial asthma (BA) is one of the most common child pathologies in the European North of Russia. Up to date, the cardiovascular system of children with this disease has been poorly investigated, even though it has a close functional relationship with lungs. Patients with mild BA constitute the largest proportion of its incidence and at the same time they are the least examined group. This article studies heart characteristics of schoolchildren living in the north and suffering from BA. The data were obtained using transthoracic echocardiography, taking into account the development stage of the cardiovascular system of each child. We studied the structural and functional parameters of the hearts of children aged 7–17 years born and living in the city of Arkhangelsk. The main group included 148 children with controlled BA (mild, during remission); the control group was comprised of 491 healthy children.

## ФИЗИОЛОГИЯ

---

We found that the most sensitive to BA factors was the cardiovascular system of boys aged 7–9 years and girls aged 10–13 years with this condition. It is in these groups of children that the largest number of changes in the structural and functional cardiac parameters was observed. It should be noted that the duration of BA between the age groups of boys and girls under study was not significantly different. What is more, neither of the groups showed any signs of pulmonary hypertension, which was determined using transtricuspid regurgitation.

**Keywords:** *schoolchildren, European North of Russia, bronchial asthma, echocardiography, structural and functional characteristics of the heart.*

*Контактная информация:*

Грибанов Анатолий Владимирович

*адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

*e-mail:* a.gribanov@narfu.ru

Крайнова Ирина Николаевна

*адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

*e-mail:* vitpost1982@yandex.ru