

## Легочная гемодинамика и диастолическая функция правого желудочка при изометрических нагрузках у детей с хронической бронхолегочной патологией

*Агапитов Л.И., Белозеров Ю.М., Мизерницкий Ю.Л., Цыпленкова С.Э.*

## Pulmonary hemodynamics and diastolic function of right ventricle at isometric exercises in children with chronic bronchopulmonary pathology

*Agapitov L.I., Belozеров Yu.M., Mizernitsky Yu.L., Tsyplenkova S.E.*

*Московский НИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава России, г. Москва*

© Агапитов Л.И., Белозеров Ю.М., Мизерницкий Ю.Л., Цыпленкова С.Э.

Изучалась легочная гемодинамика и диастолическая функция правого желудочка у 300 здоровых детей и 392 детей с хронической бронхолегочной патологией при изометрической физической нагрузке. С помощью доплерэхокардиографии определялось систолическое, диастолическое, среднее давление в легочной артерии, общее легочное сопротивление, показатели диастолической функции правого желудочка. Определены нормальные показатели реактивности легочной гемодинамики и диастолической функции правого желудочка при изометрической нагрузке. У пациентов с хронической бронхолегочной патологией установлены больший прирост по сравнению с контролем систолического, диастолического и среднего давления в легочной артерии, снижение диастолического резерва правого желудочка. В наибольшей степени нарушения легочной гемодинамики и диастолической функции правого желудочка при изометрической нагрузке наблюдаются у пациентов с хроническими инфекционно-воспалительными и интерстициальными заболеваниями легких.

**Ключевые слова:** дети, хроническая бронхолегочная патология, изометрическая физическая нагрузка, легочная гемодинамика, диастолическая функция правого желудочка.

We studied pulmonary hemodynamics and right ventricular diastolic function in 300 healthy children and 392 children with chronic bronchopulmonary pathology in an isometric exercise. Using echocardiography were determined systolic, diastolic, mean, pulmonary artery pressure, total pulmonary resistance, diastolic function of the right ventricle. Defined normal values of reactivity of pulmonary hemodynamics and diastolic function of the right ventricle in an isometric load. In patients with chronic bronchopulmonary pathology set higher increase of systolic, diastolic, mean, pulmonary artery pressure, decrease diastolic reserve the right ventricle compared to the control. The worst violations of pulmonary hemodynamics and diastolic function of the right ventricle during isometric load observed in patients with chronic Infectious-inflammatory and interstitial lung disease.

**Key words:** children, chronic bronchopulmonary pathology, isometric exercise, pulmonary hemodynamics, right ventricular diastolic function.

УДК 616.233/24-002.2-053.2-073:612.176:612.29

### Введение

Болезни органов дыхания стабильно занимают в России первое место в структуре заболеваемости детей и подростков [5, 6].

Кардиоваскулярные нарушения являются грозными осложнениями хронической патологии легких, которые дополняют тяжесть клинического течения и в значительной степени определяют прогноз заболевания [2, 9].

Не вызывает сомнения тот факт, что чем раньше выявлена патология и начато лечение, тем больше шансов предотвратить развитие тяжелых осложнений. Поэтому изучение легочной гемодинамики, релаксационной функции правого желудочка как в покое, так и при физических нагрузках представляет несомненный научный и практический интерес.

В последнее время большое распространение получают диагностические пробы с изометрической

нагрузкой, которые, не вызывая выраженной тахикардии и тахипноэ, позволяют выявить начальные изменения гемодинамики и функции миокарда [7, 8]. В этом случае развивается ситуация, характерная для кратковременной адаптации к нагрузке сопротивлением, в то время как при динамической нагрузке в результате увеличенного венозного возврата крови — к нагрузке объемом [1].

Цель работы — изучить реактивность показателей легочной гемодинамики и диастолической функции правого желудочка у здоровых детей и у детей с хронической бронхолегочной патологией при изометрической физической нагрузке.

## Материал и методы

Обследовано 300 здоровых детей в возрасте от 5 до 17 лет (90 детей 5—9 лет, 90 детей 10—13 лет и 120 детей 14—17 лет) и 392 ребенка с хронической бронхолегочной патологией в возрасте от 5 до 17 лет (106 детей в возрасте 5—9 лет, 134 ребенка 10—13 лет и 152 ребенка 14—17 лет). В группу обследованных входили пациенты с тяжелой персистирующей бронхиальной астмой (280 детей), хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями легких (79 пациентов), гиперчувствительным пневмонитом (33 ребенка). Все диагнозы были установлены в соответствии с критериями, изложенными в рабочей классификации основных клинических форм бронхолегочных заболеваний у детей [4].

У всех детей с помощью доплерэхокардиографии определяли систолическое (СДЛА), диастолическое (ДДЛА) и среднее (СрДЛА) давление в легочной артерии, общее легочное сопротивление (ОЛС).

При анализе диастолической функции правого желудочка рассчитывали следующие показатели: максимальную скорость кровотока в фазу раннего диастолического наполнения  $E$ , максимальную скорость кровотока в фазу позднего диастолического наполнения  $A$ , отношение максимальных скоростей  $E/A$ , время изоволюметрического расслабления (ВИР).

Все вычисления выполняли минимум по трем комплексам при нормальном синусовом ритме, продолжительность интервалов R—R колебалась не более чем на 5%.

Пробу с изометрической нагрузкой проводили в положении пациента лежа, без задержки дыхания путем сжатия доминирующей рукой (правой — у прав-

шей, левой — у левшей) ручного динамометра в течение 1 мин с усилием, равным 50% от максимального произвольного усилия, которое оценивали за 30—60 мин до выполнения пробы.

Все результаты представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  — среднее выборочное значение,  $m$  — ошибка среднего. При нормальном распределении значений применяли параметрический  $t$ -критерий Стьюдента. Для значений, распределение которых отличалось от нормального, использовали непараметрический критерий Манна—Уитни. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Показатели легочной гемодинамики у здоровых детей и у детей с хронической бронхолегочной патологией в покое и при изометрической нагрузке представлены в табл. 1.

У здоровых детей при изометрической физической нагрузке происходило достоверное увеличение систолического и среднего давления в легочной артерии. Диастолическое давление в легочной артерии увеличивалось недостоверно. Сходные изменения легочной гемодинамики при изометрической нагрузке наблюдались и у детей с хронической бронхолегочной патологией.

Общее легочное сопротивление при пробе с изометрической физической нагрузкой во всех группах достоверно не изменялось за счет увеличения минутного объема кровообращения.

Анализ величин прироста давления в легочной артерии и ОЛС у пациентов с хронической бронхолегочной патологией (табл. 2) не выявил значительного повышения показателей легочной гемодинамики при физической нагрузке, что свидетельствует о достаточно сохранных адаптационных механизмах у таких детей. Тем не менее по сравнению со здоровыми детьми у пациентов с хронической бронхолегочной патологией отмечен достоверно больший прирост систолического, диастолического, среднего давления в легочной артерии и общего легочного сопротивления.

Наибольший прирост показателей легочной гемодинамики при изометрической физической нагрузке был выявлен у детей с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями и с гиперчувствительным пневмонитом. Прирост СДЛА, ДДЛА и СрДЛА в данных группах достоверно превышал соот-

ветствующие показатели не только у здоровых детей, но и у пациентов с бронхиальной астмой.

Таблица 1

Показатели легочной гемодинамики у здоровых детей и пациентов с хронической бронхолегочной патологией в покое и при изометрической нагрузке

Группа детей			Показатель			
			СДЛА, мм рт. ст.	ДДЛА, мм рт. ст.	СрДЛА, мм рт. ст.	ОЛС, дин · с · см <sup>-5</sup>
5—9 лет	К (90)	Покой	21,60 ± 0,47	7,30 ± 0,17	12,20 ± 0,29	240,7 ± 5,5
		Нагрузка	23,10 ± 0,48*	7,70 ± 0,18	13,60 ± 0,30*	242,7 ± 5,9
	I (83)	Покой	35,60 ± 0,54	11,20 ± 0,45	19,30 ± 0,57	407,5 ± 7,8
		Нагрузка	38,70 ± 0,53*	12,10 ± 0,46	22,30 ± 0,51*	412,4 ± 8,1
	II (15)	Покой	38,60 ± 1,25	14,10 ± 1,06	25,60 ± 1,19	453,8 ± 18,1
		Нагрузка	42,80 ± 1,34*	15,60 ± 1,12	29,80 ± 1,21*	459,5 ± 19,7
	III (8)	Покой	38,80 ± 1,74	14,20 ± 1,46	25,90 ± 1,64	449,8 ± 25,3
		Нагрузка	43,10 ± 1,75	14,50 ± 1,48	30,10 ± 1,71	457,2 ± 28,9
10—13 лет	К (90)	Покой	22,50 ± 0,51	7,40 ± 0,18	12,80 ± 0,34	232,5 ± 4,3
		Нагрузка	24,10 ± 0,53*	7,90 ± 0,19	14,30 ± 0,33*	235,1 ± 5,2
	I (95)	Покой	37,90 ± 0,56	12,70 ± 0,39	22,80 ± 0,52	443,6 ± 9,1
		Нагрузка	41,20 ± 0,58*	13,70 ± 0,41	26,00 ± 0,53*	449,5 ± 9,3
	II (28)	Покой	44,70 ± 1,03	15,80 ± 0,71	27,90 ± 0,95	484,1 ± 16,6
		Нагрузка	49,00 ± 1,06*	17,20 ± 0,82	32,10 ± 1,16*	592,8 ± 17,8
	III (11)	Покой	44,90 ± 1,65	15,70 ± 1,14	28,30 ± 1,39	482,1 ± 26,6
		Нагрузка	49,30 ± 1,69	17,10 ± 1,15	32,60 ± 1,43*	490,3 ± 26,9
14—17 лет	К (120)	Покой	22,10 ± 0,49	6,90 ± 0,20	12,40 ± 0,31	229,3 ± 4,9
		Нагрузка	23,70 ± 0,50*	7,40 ± 0,19	14,10 ± 0,31*	232,2 ± 5,1
	I (102)	Покой	39,60 ± 0,51	13,80 ± 0,43	23,20 ± 0,49	461,5 ± 8,7
		Нагрузка	42,80 ± 0,54*	14,80 ± 0,44	26,30 ± 0,51*	467,1 ± 8,9
	II (36)	Покой	45,70 ± 0,93	16,90 ± 0,72	28,50 ± 0,81	511,6 ± 14,6
		Нагрузка	49,90 ± 1,02*	18,60 ± 0,85	32,70 ± 0,93*	520,2 ± 16,0
	III (14)	Покой	46,70 ± 1,31	17,20 ± 1,16	29,80 ± 1,24	529,2 ± 23,7
		Нагрузка	51,00 ± 1,36*	18,60 ± 1,18	34,20 ± 1,27*	538,5 ± 24,1

Примечание. Здесь и в табл. 2—4: К — контрольная группа, I — группа детей с бронхиальной астмой; II — группа детей с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями легких; III — группа детей с гиперчувствительным пневмонитом. В скобках указано количество детей в группе.

\*  $p < 0,05$  — достоверность различия показателей в покое и во время нагрузки в соответствующих возрастных группах.

Таблица 2

Изменения показателей легочной гемодинамики при изометрической нагрузке  $\Delta$  у здоровых детей и пациентов с хронической бронхолегочной патологией

Группа детей		Показатель			
		$\Delta$ СДЛА, мм рт. ст.	$\Delta$ ДДЛА, мм рт. ст.	$\Delta$ СрДЛА, мм рт. ст.	$\Delta$ ОЛС, дин · с · см <sup>-5</sup>
5—9 лет	К (90)	1,46 ± 0,03	0,45 ± 0,02	1,37 ± 0,03	2,17 ± 0,23
	I (83)	3,07 ± 0,17*	0,95 ± 0,06*	2,96 ± 0,15*	5,81 ± 0,46*
	II (15)	4,24 ± 0,48* <sup>#</sup>	1,46 ± 0,14* <sup>.S</sup>	4,17 ± 0,33* <sup>^</sup>	6,13 ± 1,02*
	III (8)	4,31 ± 0,57* <sup>#</sup>	1,35 ± 0,19* <sup>.S</sup>	4,22 ± 0,46* <sup>^</sup>	8,26 ± 1,53*
10—13 лет	К (90)	1,55 ± 0,03	0,54 ± 0,02	1,48 ± 0,03	3,12 ± 0,26
	I (95)	3,18 ± 0,16*	0,97 ± 0,06*	3,23 ± 0,17*	6,34 ± 0,29*
	II (28)	4,32 ± 0,38* <sup>#</sup>	1,43 ± 0,10* <sup>.S</sup>	4,25 ± 0,26* <sup>^</sup>	8,19 ± 0,81* <sup>.S</sup>
	III (11)	4,35 ± 0,51* <sup>#</sup>	1,39 ± 0,15* <sup>.S</sup>	4,26 ± 0,41* <sup>^</sup>	8,85 ± 1,30*
14—17 лет	К (120)	1,58 ± 0,03	0,53 ± 0,02	1,67 ± 0,03	3,18 ± 0,21
	I (102)	3,20 ± 0,16*	1,02 ± 0,05*	3,16 ± 0,15*	6,57 ± 0,27*
	II (36)	4,29 ± 0,26* <sup>#</sup>	1,58 ± 0,09* <sup>.S</sup>	4,22 ± 0,23* <sup>^</sup>	8,72 ± 0,91* <sup>.S</sup>
	III (14)	4,34 ± 0,52* <sup>#</sup>	1,45 ± 0,14* <sup>.S</sup>	4,34 ± 0,35* <sup>^</sup>	8,83 ± 1,42*

\*  $p < 0,01$  — достоверность различия показателей легочной гемодинамики по сравнению с контролем в различных возрастных группах.

<sup>#</sup>  $p < 0,05$  — достоверность различия показателей  $\Delta$ СДЛА у детей II и III группы по сравнению с I группой.

<sup>§</sup>  $p < 0,05$  — достоверность различия показателей  $\Delta$  ДДЛА у детей II и III группы по сравнению с I группой.

<sup>^</sup>  $p < 0,05$  — достоверность различия показателей  $\Delta$  СрДЛА у детей II и III группы по сравнению с I группой.

<sup>§</sup>  $p < 0,05$  — достоверность различия показателей ОЛС у детей II и III группы по сравнению с I группой.

Принципиальных возрастных отличий в приросте показателей легочной гемодинамики при изометрической нагрузке не выявлено.

При изометрической нагрузке систолическое давление у большинства здоровых детей не увеличивалось более чем на 2 мм рт. ст. от исходного. В этой связи величина прироста на 2 мм рт. ст. по систолическому легочному давлению была принята в качестве пороговой для нормальной реакции легочной гемодинамики в ответ на изометрическую физическую нагрузку.

Показатели диастолической функции правого желудочка у здоровых и у детей с хронической бронхолегочной патологией в покое и при изометрической нагрузке представлены в табл. 3.

У здоровых детей при изометрической физической нагрузке происходило достоверное увеличение максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения, уменьшение отношения макси-

мальной скорости кровотока в фазу раннего диастолического наполнения к максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения и времени изоволюметрического расслабления.

При изометрических физических нагрузках у пациентов с бронхиальной астмой также выявлено увеличение максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения и уменьшение отношения максимальной скорости кровотока в фазу раннего диастолического наполнения к максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения и ВИР.

У детей с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями и с гиперчувствительным пневмонитом достоверных изменений показателей диастолической функции правого желудочка не обнаружено, что свидетельствует о снижении диастолического резерва сердца.

Таблица 3

Показатели диастолической функции правого желудочка у здоровых детей и пациентов с хронической бронхолегочной патологией в покое и при изометрической нагрузке

Группа детей		Показатель				
		<i>E</i> , м/с	<i>A</i> , м/с	<i>E/A</i> , усл. ед.	ВИР, мс	
5—9 лет	К (90)	Покой	0,64 ± 0,01	0,42 ± 0,01	1,53 ± 0,02	65,30 ± 1,12
		Нагрузка	0,63 ± 0,01	0,48 ± 0,01 <sup>#</sup>	1,31 ± 0,02 <sup>#</sup>	58,10 ± 1,14 <sup>#</sup>
	I (83)	Покой	0,63 ± 0,01	0,43 ± 0,01	1,47 ± 0,03	73,20 ± 1,14
		Нагрузка	0,62 ± 0,01	0,46 ± 0,01 <sup>*</sup>	1,35 ± 0,03 <sup>#</sup>	67,90 ± 1,16 <sup>#</sup>
	II (15)	Покой	0,58 ± 0,03	0,45 ± 0,03	1,28 ± 0,05	84,30 ± 3,07
		Нагрузка	0,57 ± 0,03	0,47 ± 0,03	1,21 ± 0,05	80,10 ± 3,11
	III (8)	Покой	0,59 ± 0,04	0,45 ± 0,04	1,31 ± 0,07	83,20 ± 3,92
		Нагрузка	0,58 ± 0,04	0,47 ± 0,04	1,23 ± 0,08	79,00 ± 3,97
10—13 лет	К (90)	Покой	0,63 ± 0,01	0,41 ± 0,01	1,52 ± 0,02	68,40 ± 1,13
		Нагрузка	0,61 ± 0,01	0,49 ± 0,01 <sup>#</sup>	1,25 ± 0,02 <sup>#</sup>	62,10 ± 1,14 <sup>#</sup>
	I (95)	Покой	0,61 ± 0,01	0,42 ± 0,01	1,46 ± 0,03	78,50 ± 1,12
		Нагрузка	0,60 ± 0,01	0,46 ± 0,01 <sup>#</sup>	1,30 ± 0,03 <sup>#</sup>	73,40 ± 1,13 <sup>#</sup>
	II (28)	Покой	0,55 ± 0,02	0,48 ± 0,02	1,15 ± 0,04	97,50 ± 2,64
		Нагрузка	0,54 ± 0,02	0,50 ± 0,02	1,08 ± 0,04	94,00 ± 2,68
	III (11)	Покой	0,54 ± 0,03	0,49 ± 0,03	1,10 ± 0,06	96,40 ± 3,63
		Нагрузка	0,53 ± 0,03	0,51 ± 0,03	1,04 ± 0,07	93,00 ± 3,71
14—17 лет	К (120)	Покой	0,60 ± 0,01	0,39 ± 0,01	1,52 ± 0,02	69,20 ± 1,10
		Нагрузка	0,59 ± 0,01	0,47 ± 0,01 <sup>#</sup>	1,24 ± 0,02 <sup>#</sup>	63,10 ± 1,07 <sup>#</sup>
	I (102)	Покой	0,58 ± 0,01	0,44 ± 0,01	1,33 ± 0,02	81,10 ± 1,11
		Нагрузка	0,57 ± 0,01	0,47 ± 0,01 <sup>*</sup>	1,21 ± 0,02 <sup>#</sup>	77,20 ± 1,12 <sup>*</sup>
	II (36)	Покой	0,52 ± 0,02	0,50 ± 0,02	1,04 ± 0,03	102,30 ± 2,52
		Нагрузка	0,51 ± 0,02	0,52 ± 0,02	0,98 ± 0,03	99,40 ± 2,57
III (14)	Покой	0,52 ± 0,03	0,51 ± 0,03	1,02 ± 0,06	98,10 ± 3,26	

	Нагрузка	0,51 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,96 ± 0,07	95,30 ± 3,31
--	----------	-------------	-------------	-------------	--------------

\*  $p < 0,05$  — достоверность различия показателей диастолической функции правого желудочка в покое и во время нагрузки в соответствующих возрастных группах.

#  $p < 0,01$  — достоверность различия показателей диастолической функции правого желудочка в покое и во время нагрузки в соответствующих возрастных группах.

Таблица 4

**Изменения показателей диастолической функции правого желудочка при изометрической нагрузке  $\Delta$  у здоровых детей и пациентов с хронической бронхолегочной патологией**

Группа детей		Показатель			
		$\Delta E$ , м/с	$\Delta A$ , м/с	$\Delta E/A$ , у.е.	$\Delta ВИР$ , мс
5—9 лет	К (90)	-0,01 ± 0,001	0,06 ± 0,002	-0,22 ± 0,006	-7,12 ± 0,17
	I (83)	-0,01 ± 0,001	0,03 ± 0,001* <sup>#</sup>	-0,12 ± 0,004* <sup>^</sup>	-5,23 ± 0,16*
	II (15)	-0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,002*	-0,07 ± 0,003*	-4,19 ± 0,38* <sup>§</sup>
	III (8)	-0,01 ± 0,003	0,02 ± 0,003*	-0,08 ± 0,005*	-4,21 ± 0,47* <sup>§</sup>
10—13 лет	К (90)	-0,01 ± 0,001	0,08 ± 0,002	-0,27 ± 0,006	-6,33 ± 0,16
	I (95)	-0,01 ± 0,001	0,02 ± 0,001*	-0,16 ± 0,004* <sup>^</sup>	-5,14 ± 0,16*
	II (28)	-0,01 ± 0,002	0,02 ± 0,002*	-0,07 ± 0,003*	-3,48 ± 0,21* <sup>§</sup>
	III (11)	-0,01 ± 0,003	0,02 ± 0,003*	-0,06 ± 0,004*	-3,37 ± 0,32* <sup>§</sup>
14—17 лет	К (120)	-0,01 ± 0,001	0,08 ± 0,002	-0,28 ± 0,005	-6,15 ± 0,15
	I (102)	-0,01 ± 0,001	0,03 ± 0,001* <sup>#</sup>	-0,12 ± 0,004* <sup>^</sup>	-3,96 ± 0,12*
	II (36)	-0,01 ± 0,002	0,02 ± 0,002*	-0,06 ± 0,003*	-2,89 ± 0,18* <sup>§</sup>
	III (14)	-0,01 ± 0,002	0,02 ± 0,002*	-0,06 ± 0,004*	-2,85 ± 0,24* <sup>§</sup>

\*  $p < 0,01$  — достоверность различия показателей легочной гемодинамики по сравнению с контролем в различных возрастных группах.

#  $p < 0,01$  — достоверность различия показателей  $\Delta A$  у детей 5—9 и 14—17 лет I группы по сравнению со II и III группой.

<sup>^</sup>  $p < 0,01$  — достоверность различия показателей  $\Delta E/A$  у детей 5—9, 10—13 и 14—17 лет I группы по сравнению со II и III группой.

<sup>§</sup>  $p < 0,05$  — достоверность различия показателей  $\Delta ВИР$  у детей II и III группы по сравнению с I группой.

В табл. 4 представлены изменения  $\Delta$  показателей диастолической функции правого желудочка при изометрической нагрузке у детей с хронической бронхолегочной патологией. В сравнении со здоровыми детьми у пациентов с хронической бронхолегочной патологией при изометрической физической нагрузке выявлены достоверно меньший прирост максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения, меньшее снижение отношения  $E/A$  и времени изоволюметрического расслабления. У пациентов с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями легких и гиперчувствительным пневмонитом в сравнении с детьми, страдающими бронхиальной астмой, установлено меньшее снижение отношения  $E/A$  и меньшее снижение ВИР.

Большой прирост максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения у пациентов с бронхиальной астмой в сравнении с детьми с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями легких и гиперчувствительным пневмонитом был выявлен в возрастных группах 5—9 и 14—17 лет.

Таким образом, у пациентов с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями легких и гиперчувствительным пневмонитом диастолический резерв меньше, чем у детей с бронхиальной астмой.

При изометрической нагрузке акцент диастолического заполнения желудочков смещается на конечную (предсердную) часть диастолы, что у здоровых детей сопровождается значительным усилением сокращения предсердий («диастолический резерв»). Это проявляется в виде выраженного увеличения скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения и снижения соотношения  $E/A$  [1]. У пациентов с хронической бронхолегочной патологией наблюдаются диастолические нарушения, которые приводят к постепенному истощению компенсаторных возможностей предсердий к увеличению силы своего сокращения. У больных бронхиальной астмой увеличение максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения при изометрической нагрузке происходит в меньшей степени по сравнению со здоровыми детьми. Соответственно, у них отмечается и меньшее снижение отношения максимальной скорости кровотока в фазу раннего диастолического напол-

нения к максимальной скорости кровотока в фазу позднего диастолического наполнения. У пациентов с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями легких и гиперчувствительным пневмонитом с более выраженной диастолической дисфункцией в ответ на изометрическую нагрузку наблюдается наиболее существенное снижение прироста волны А и, соответственно, снижение величины Е/А. Также при изометрической физической нагрузке установлено меньшее снижение времени изоволюметрического расслабления.

Таким образом, у пациентов с хронической бронхолегочной патологией при изометрической нагрузке показатели диастолической функции правого желудочка изменяются в меньшей степени, чем у здоровых, а у пациентов с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями легких и гиперчувствительным пневмонитом в меньшей степени, чем у детей, страдающих бронхиальной астмой.

## Выводы

1. Для детей, страдающих хронической бронхолегочной патологией характерна избыточная реакция легочной гемодинамики и снижение диастолического резерва правого желудочка на изометрическую нагрузку в сравнении со здоровыми детьми.

2. Избыточная реакция легочной гемодинамики и снижение диастолического резерва правого желудочка при изометрической нагрузке регистрируется в большей степени у детей с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями и гиперчувствительным пневмонитом, чем у пациентов с тяжелой бронхиальной астмой.

## Литература

1. Агеев Ф.Т., Овчинников А.Г. Диагностика и лечение больного диастолической сердечной недостаточностью: роль пробы с изометрической нагрузкой // Сердечная недостаточность. 2000. № 2.
2. Белозеров Ю.М. Легочная гипертензия // Детская кардиология. М.: Медпресс информ, 2004. С. 350—394.
3. Белоцерковский З.Б. Сократительная функция миокарда левого желудочка сердца и артериальное давление у спортсменов при изометрической нагрузке // Юбил. сб. тр. ученых РГАФК, посвящ. 80-летию академии. 1998. № 4. С. 180—185.
4. Гепте Н.А., Розина Н.Н., Волков И.К., Мизерницкий Ю.Л. Рабочая классификация основных клинических форм бронхолегочных заболеваний у детей // Трудный пациент. 2009. № 1—2. С. 35—39.
5. Казанов С.Ю., Розина Н.Н., Богорад А.Е. Бронхолегочные заболевания и некоторые вопросы клинической фармакологии в педиатрии // Руководство по фармакотерапии в педиатрии и детской хирургии. М.: Медпрактика-М, 2002. С. 14—28.
6. Казанов С.Ю., Розина Н.Н., Лев Н.С. Современные вопросы определения и классификации клинических форм инфекционно-воспалительных заболеваний легких у детей // Педиатрия. 2004. № 1. С. 62—66.
7. Миронов С.А., Бершин А.В., Резван В.В., Яков О.В. Сравнительная оценка пробы с изометрической нагрузкой, пробы Вальсальвы и тканевой доплерографии фиброзного кольца митрального клапана в верификации диастолической дисфункции левого желудочка // Сб. науч. тр., посвящ. 40-летию ФГУ «З ЦВКГ им. А.А. Вишневого Минобороны России: организация высокотехнологичной медицинской помощи в многопрофильном стационаре. Красногорск, 2008. С. 289—290.
8. Савельева В.В., Николенко Т.А. Влияние мексикора на диастолическую функцию левого желудочка больных хронической сердечной недостаточностью на фоне изометрической нагрузки // Нижегород. мед. журн. 2006. № 5. С. 143—137.
9. Weitzenblum E. Chronic cor pulmonale // Heart. 2003. № 2. С. 225—230.

Поступила в редакцию 25.04.2011 г.

Утверждена к печати 26.05.2011 г.

## Сведения об авторах

**Л.И. Агапитов** — канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник отдела патологии сердечно-сосудистой системы Московского НИИ педиатрии и детской хирургии Минздравсоцразвития России (г. Москва).

**Ю.М. Белозеров** — д-р мед. наук, профессор, гл. науч. сотрудник отдела патологии сердечно-сосудистой системы Московского НИИ педиатрии и детской хирургии Минздравсоцразвития России (г. Москва).

**Ю.Л. Мизерницкий** — д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела хронических, воспалительных и аллергических болезней легких Московского НИИ педиатрии и детской хирургии Минздравсоцразвития России (г. Москва).

**С.Э. Цыленкова** — канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник отдела хронических, воспалительных и аллергических болезней легких Московского НИИ педиатрии и детской хирургии Минздравсоцразвития России (г. Москва).

## Для корреспонденции

*Агапитов Леонид Игоревич*, тел. (495) 483-70-92; e-mail: yulmiz@mail.ru