

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Алексей Николаевич СУМИН¹, Олег Геннадьевич АРХИПОВ²

¹ ФГБУ НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний СО РАМН
650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 6

² ФГУ Центр реабилитации ФСС РФ «Топаз»,
652840 г. Мыски, ул. Лесхозная, 1

С целью изучения показателей внутрижелудочкового распространения раннего транстрикуспидального потока в различных возрастных группах обследовано 270 человек (129 мужчин) в возрасте от 13 до 83 лет с отсутствием заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. Обследуемым проводили эхокардиографию с дополнительной оценкой скоростей распространения потоков наполнения желудочков в цветном доплеровском М-модальном режиме. С увеличением возраста закономерно снижаются скорости распространения раннедиастолического потока наполнения левого и правого желудочков, что связано с ухудшением их диастолической функции и следует учитывать в исследованиях и клинической практике.

Ключевые слова: диастолическая функция, правый желудочек, возрастные изменения.

Функция правого желудочка (ПЖ) является важным предиктором физической работоспособности и смертности у больных с сердечной недостаточностью и легочной гипертензией, независимо от влияния функции левого желудочка (ЛЖ) [1, 2]. Нарушения наполнения ПЖ развиваются раньше его систолической дисфункции или структурных изменений [3], поэтому в последние годы исследователи чаще стали обращать на изменения диастолической функции ПЖ при различных патологических состояниях [1, 4–7]. Известно прогностическое значение диастолической дисфункции ПЖ [1], ее взаимосвязь с клиническими проявлениями сердечной недостаточности [1, 8], с толерантностью к физической нагрузке [6]. Наличие диастолической дисфункции ПЖ коррелирует с уровнем мозгового натрийуретического пептида у больных с легочной гипертензией [7]. Однако сложности в визуализации правых отделов сердца [9] и ограничения традиционных показателей диастолической функции ПЖ, основанных на отношении скоростей транстрикуспидальных потоков [10, 11], заставляют искать более надежные критерии ее оценки. В связи с этим заслуживает внимания изучение скорости распространения потоков с помощью цветного доплеровского М-режима. Поток раннего диастолического наполнения в желудочке возникает за счет гра-

диента давления, возникающего в раннюю диастолу, и его скорость определяется величиной этого градиента давления, который зависит от релаксации миокарда [12]. Для левых отделов сердца данный критерий диастолической дисфункции используется достаточно давно [13–16], для правого желудочка такие исследования только стали появляться [6, 17]. Поскольку с возрастом отмечается закономерное ухудшение растяжимости камер сердца и снижение диастолической функции его желудочков [11, 18], то возникает проблема дифференцирования патологических и возрастных изменений диастолической функции ПЖ. Соответственно целью настоящего исследования было изучить показатели внутрижелудочкового распространения раннего транстрикуспидального потока в различных возрастных группах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 270 человек (129 мужчин) в возрасте от 13 до 83 лет (средний возраст $45,3 \pm 0,9$ года), проходивших эхокардиографическое обследование в кабинете УЗ диагностики. Критерием включения в исследование было отсутствие заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистой системы, согласно записям амбулаторной карты, отсутствие симптомов заболеваний, изменений

на ЭКГ, отсутствие бессимптомных стенозов артерий (более 50 %). Для исключения наличия стенозирующих атеросклеротических бляшек всем обследуемым старше 60 лет проводили цветное дуплексное исследование сонных артерий и подвздошно-бедренного сегмента. Были выделены следующие группы больных: до 20 лет ($n = 22$, 1-я группа), 20–29 лет ($n = 32$, 2-я группа), 30–39 лет ($n = 38$, 3-я группа), 40–49 лет ($n = 54$, 4-я группа), 50–59 лет ($n = 81$, 5-я группа), 60–69 лет ($n = 27$, 6-я группа), 70 лет и старше ($n = 16$, 7-я группа).

Обследуемым проводили оценку клинического состояния, регистрировали показатели эхокардиографии на УЗ системе Medison SonoAce 8000 (Южная Корея) с дополнительной оценкой скоростей распространения потоков наполнения желудочков в цветном доплеровском М-модальном режиме. При эхокардиографии оценивали структурные показатели: конечный диастолический, конечный систолический размер и объем левого желудочка (ЛЖ), длины и площади левого и правого желудочков в диастолу и систолу в четырехкамерном сечении из апикального подхода, длинник выносящего тракта правого желудочка в систолу и диастолу, конечно-диастолический размер правого предсердия (ПП), фракцию выброса ЛЖ, массу ЛЖ. Фракцию выброса левого желудочка определяли по методу Simpson, а правого желудочка – по методу Kaul [19]. В доплеровском режиме изучали параметры трансмитрального и трикуспидального кровотока: пиковую скорость раннедиастолического потока (Е), потока предсердной систолы (А), их отношение (Е/А), время замедления раннедиастолического потока, оценивали время изоволюметрической релаксации левого желудочка (ВИР). В комбинированном цветном М-режиме измеряли скорость распространения митрального и трикуспидального потока (СРМП, СРТП). При этом исследовании М-линия устанавливалась в зоне раскрытия створок митрального и трикуспидального клапана, в цветном М-режиме записывалось не менее 5 циклов. Скорость распространения атриовентрикулярного потока определялась с помощью измерения линии наклона ранней диастолической волны цветного доплеровского спектра. Среднее давление в легочной артерии (СрДЛА) измерялось по методу Kitabataki: оценивалось соотношение времени ускорения (АТ) и времени изгнания в выносящем тракте правого желудочка. При наличии трикуспидальной регургитации измерялся градиент давления между правым желудочком и правым предсердием (ГДПП), на основании

которого рассчитывалось систолическое давление в легочной артерии (СДЛА).

Работа выполнена в соответствии с Хельсинкской декларацией, протокол исследования утвержден локальным этическим комитетом, все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в нем.

Анализ нормальности распределения проводился с помощью критерия Шапиро – Уилка. При сравнении групп по количественным признакам с нормальным распределением использовался однофакторный дисперсионный анализ, оценка межгрупповых различий проводилась с помощью метода наименьших значимых различий. Для непараметрических данных при сопоставлении различных возрастных групп применяли тест Краскела – Уоллиса. Взаимоотношения показателей диастолической функции с возрастом и между собой оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона. Взаимосвязи показателей диастолической функции с непараметрическими данными оценивали при помощи коэффициента корреляции Спирмена. Уровень критической значимости (p) был принят равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Как можно заметить из табл. 1, группы были однородны по половому составу, количеству курящих, количеству лиц с ожирением и с дефицитом веса. Рост в трех группах от 20 до 49 лет был на 3,5–5 см выше, чем в более старших группах и в группе до 20 лет ($F = 2,8$; $p = 0,03$).

Отмечены ожидаемые существенные различия между группами по ряду структурных показателей эхокардиографии (табл. 2). Так, диаметр аорты в последних четырех группах был на 2,9–5,4 мм больше, чем в первой группе ($F = 7,3$; $p = 0,0000001$). Меньшими были отличия диаметра легочной артерии, которые увеличились не более чем на 1 мм в группах от 40 до 69 лет, что не было статистически значимым ($F = 1,8$; $p = 0,1$). Конечный диастолический объем левого желудочка в группах достоверно не отличался – разница составила 3–12 мл ($F = 1,3$; $p = 0,18$). Было отмечено достоверное увеличение диаметра левого предсердия у лиц старше 30 лет на 1,5–2 мм по сравнению с более молодыми исследуемыми ($F = 8,6$; $p = 0,0000001$). Ударный выброс левого желудочка в группах достоверно не отличался, колеблясь в пределах 60–67 мл ($F = 1,5$; $p = 0,18$). Фракция выброса левого желудочка в последних трех группах была меньше на 3–4 %, чем в группе исследуемых в

Таблица 1

Исходная характеристика обследуемых в различных возрастных группах

Показатель	< 20 лет (n = 22)	20–29 лет (n = 32)	30–39 лет (n = 38)	40–49 лет (n = 54)	50–59 лет (n = 81)	60–69 лет (n = 27)	≥ 70 лет (n = 16)	p
Возраст, лет	17,3 ± 0,4	24,6 ± 0,5	34,8 ± 0,5	45,5 ± 0,4	54,5 ± 0,3	62,7 ± 0,5	73,1 ± 0,8	0,0000001
Рост, см	166,5 ± 1,9	171,2 ± 1,9	170,4 ± 1,5	169,5 ± 1,4	166,5 ± 1,0 ^{β,γ}	165,8 ± 2,0	163,4 ± 2,3 ^{β,γ,δ}	0,03
Вес, кг	60,4 ± 2,3	65,6 ± 2,0	73,6 ± 2,1 ^{α,β}	74,2 ± 1,6 ^{α,β}	75,8 ± 1,6 ^{α,β}	74,4 ± 2,9 ^{α,β}	70,5 ± 2,6 ^α	0,000003
ЧСС, уд/мин	71,6 ± 2,1	74,2 ± 2,0	73,0 ± 1,6	72,0 ± 3,1	73,2 ± 0,9	74,1 ± 1,1	73,6 ± 4,5	0,18
Мужчины, n (%)	13 (59 %)	12 (38 %)	19 (50 %)	28 (52 %)	37 (46 %)	13 (48 %)	7 (43 %)	0,24
Курение, n (%)	3 (16 %)	2 (6 %)	8 (21 %)	10 (18 %)	23 (28 %)	6 (22 %)	2 (13 %)	0,19
Ожирение, n (%)	0	1 (3 %)	2 (6 %)	3 (5,7 %)	10 (12 %)	4 (14 %)	1 (6 %)	0,25
Дефицит веса, n (%)	0	3 (9 %)	1 (3 %)	2 (4 %)	2 (2,5 %)	0	1 (6 %)	0,42

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3 обозначены статистически значимые ($p < 0,05$) отличия от величин соответствующих показателей: α – 1-й группы, β – 2-й группы, γ – 3-й группы, δ – 4-й группы, ε – 5-й группы, ζ – 6-й группы.

Таблица 2

Структурные показатели эхокардиографии у обследуемых в различных возрастных группах

Показатель	< 20 лет (n = 22)	20–29 лет (n = 32)	30–39 лет (n = 38)	40–49 лет (n = 54)	50–59 лет (n = 81)	60–69 лет (n = 27)	≥ 70 лет (n = 16)	p
Аорта, мм	27,2 ± 0,6	28,8 ± 0,6	29,7 ± 0,6	31,3 ± 0,4 ^{α,β,γ}	31,3 ± 0,4 ^{α,β,γ}	32,2 ± 1,0 ^{α,β,γ}	32,6 ± 1,2 ^{α,β,γ}	0,0000001
ЛА, мм	19,6 ± 0,3	19,4 ± 0,3	19,9 ± 0,3	20,3 ± 0,2	20,4 ± 0,4	20,5 ± 0,4	20,2 ± 0,4	0,1
ЛП, мм	28,4 ± 0,8	29,9 ± 0,8	31,6 ± 0,7 ^{α,δ}	33,7 ± 0,5 ^{α,β,γ}	33,3 ± 0,5 ^{α,β,γ}	33,5 ± 0,7 ^{α,β,γ}	33,8 ± 1,0 ^{α,β}	0,0000001
КДРПЖ, мм	25,5 ± 0,6	25,6 ± 0,6	27,5 ± 0,6 ^{α,β}	28,6 ± 0,3 ^{α,β}	28,1 ± 0,3 ^{α,β}	29,4 ± 0,4 ^{α,β,γ,ε}	28,2 ± 0,6 ^{α,β}	0,0000001
СПЖД, мм	3,9 ± 0,05	4,0 ± 0,04	4,0 ± 0,05	4,1 ± 0,05	4,2 ± 0,04	4,3 ± 0,01	4,1 ± 0,07	0,08
ПП, мм	29,6 ± 0,6	30,3 ± 0,7	30,7 ± 0,5	31,8 ± 0,4 ^{α,β}	32,1 ± 0,4 ^{α,β}	32,6 ± 0,6 ^{α,β,γ}	31,5 ± 0,8	0,005
КДОЛЖ, мл	112,5 ± 3,2	109,2 ± 3,6	113,0 ± 3,2	112,3 ± 3,2	110,3 ± 2,8	103,8 ± 4,8	96,3 ± 8,1	0,18
КСОЛЖ, мл	43,4 ± 1,9	41,0 ± 1,8	44,6 ± 3,1	42,3 ± 1,4	43,1 ± 1,8	41,1 ± 1,9	38,9 ± 3,6	0,78
ФВЛЖ, %	61,9 ± 1,0	63,1 ± 1,0	62,2 ± 0,8	62,3 ± 0,8	60,1 ± 0,6 ^{β,γ,δ}	59,7 ± 0,8 ^β	59,3 ± 1,2 ^β	0,03
ФВПЖ, %	61,7 ± 0,9	61,2 ± 0,7	59,7 ± 0,8	59,5 ± 0,6	57,1 ± 0,6 ^{α,β,γ,δ}	56,5 ± 0,8 ^{α,β,γ,δ}	56,1 ± 0,8 ^{α,β,γ,δ}	0,0000001

Примечание. ЛП – размер левого предсердия; КДРПЖ – конечный диастолический размер правого желудочка; СПЖД – толщина стенки правого желудочка в диастолу; ПП – конечный диастолический размер правого предсердия; ЛА – диаметр легочной артерии; КДОЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КСОЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФВПЖ – фракция выброса правого желудочка.

возрасте 20–29 лет ($F = 2,5$; $p = 0,03$). Фракция выброса правого желудочка снижалась на 1,5–2 % через каждые две декады, за исключением последних трех, где она оставалась стабильной ($F = 7,6$; $p = 0,0000001$). Впрочем, значения фракции выброса обоих желудочков во всех случаях не выходили за пределы нормы. Такие структурные показатели, как толщина свободной стенки правого желудочка, конечный диастолический и систолический объем левого желудочка, в группах достоверно не отличались.

При оценке диастолической функции в группах выявлены значительные различия по большинству показателей импульсно-волновой доплерометрии (табл. 3). Скорость раннего

трикуспидального потока (Ет) прогрессивно снижалась с 69 до 48 см/с, начиная с группы тридцатилетних ($F = 7,05$; $p = 0,000024$). Время его замедления, а также скорость позднего диастолического наполнения правого желудочка (Ат) в группах существенно не отличались. Однако отношение Ет/Ат в группах старше 40 лет было значительно ниже, чем в более молодых группах, хотя и не снижалось меньше 1,0 ($F = 14,7$; $p = 0,0000001$). Отмечено отчетливое снижение скоростей распространения митрального (СРМП) и трикуспидального потока (СРТП) в зависимости от возраста. Так, СРМП была максимальной в группе до 20 лет (около 60 см/с), в группах обследуемых до 49

Таблица 3

Показатели диастолической функции левого и правого желудочков в различных возрастных группах

Показатель	< 20 лет (n = 22)	20–29 лет (n = 32)	30–39 лет (n = 38)	40–49 лет (n = 54)	50–59 лет (n = 81)	60–69 лет (n = 27)	≥ 70 лет (n = 16)	<i>p</i>
ВИР, мс	47,7 ± 2,3	51,8 ± 2,2	61,3 ± 2,4	64,8 ± 1,6	76,2 ± 1,6 ^{α,β,γ,δ}	78,2 ± 3,0 ^{α,β,γ,δ}	82,5 ± 3,2 ^{α,β,γ,δ}	0,0000001
Е, м/с	86,7 ± 3,1	90,2 ± 2,1	85,7 ± 2,3	75,9 ± 1,9	72,3 ± 1,9 ^{α,β,γ,δ}	77,8 ± 2,9 ^{α,β,γ,δ}	62,3 ± 3,7 ^{α,β,γ,δ,ε,ζ}	0,0000001
А, м/с	49,1 ± 3,1	53,3 ± 2,1	64,3 ± 2,7 ^{α,β}	61,5 ± 2,3 ^{α,β}	69,4 ± 2,4 ^{α,β,δ}	74,4 ± 3,6 ^{α,β,γ,δ}	66,3 ± 5,7 ^{α,β}	0,0000001
Е/А	1,9 ± 0,11	1,75 ± 0,06	1,41 ± 0,07	1,32 ± 0,06 ^{α,β,γ,δ}	1,1 ± 0,04 ^{α,β,γ,δ}	1,10 ± 0,06 ^{α,β,γ,δ}	1,02 ± 0,09 ^{α,β,γ,δ}	0,0000001
ВЗЕМ, мс	152,7 ± 6,7	160,3 ± 6,7	163,5 ± 6,4	161,5 ± 4,3	166,4 ± 4,2	177,8 ± 9,4	173,1 ± 9,6	0,3
Ет, м/с	65,2 ± 2,9	69,5 ± 2,3	60,8 ± 1,6	54,9 ± 1,4 ^{α,β,γ}	53,2 ± 1,4 ^{α,β,γ}	51,1 ± 2,1 ^{α,β,γ}	48,2 ± 2,3 ^{α,β,γ,δ}	0,0000001
Ат, м/с	42,2 ± 1,8	43,8 ± 2,1	43,6 ± 1,7	41,2 ± 1,4	45,9 ± 1,4	43,5 ± 2,0	48,4 ± 4,5	0,24
Ет/Ат	1,6 ± 0,06	1,64 ± 0,06	1,44 ± 0,05	1,38 ± 0,04 ^{α,β}	1,2 ± 0,03 ^{α,β,γ,δ}	1,2 ± 0,04 ^{α,β,γ,δ}	1,1 ± 0,09 ^{α,β,γ,δ}	0,0000001
ВЗЕт, мс	162,7 ± 7,3	172,9 ± 6,7	178,5 ± 6,0	177,6 ± 4,8	178,6 ± 4,4	176,7 ± 7,1	170,7 ± 12,8	0,67
СРМП, м/с	59,7 ± 2,2	52,9 ± 1,9 ^α	52,5 ± 2,2 ^α	52,8 ± 1,8 ^{α,β,γ}	44,7 ± 1,1 ^{α,β,γ,δ}	45,3 ± 2,1 ^{α,β,γ,δ}	40,9 ± 2,1 ^{α,β,γ,δ}	0,0000001
Е/СРМП	1,49 ± 0,07	1,76 ± 0,07 ^α	1,72 ± 0,07	1,50 ± 0,05 ^{β,γ}	1,68 ± 0,05 ^δ	1,81 ± 0,12 ^{α,δ}	1,56 ± 0,1	0,02
СРТП, м/с	49,2 ± 1,6	46,6 ± 1,4	45,0 ± 1,7 ^α	43,2 ± 0,9 ^{α,β}	39,6 ± 0,7 ^{α,β,γ,δ}	38,4 ± 1,3 ^{α,β,γ,δ}	36,8 ± 1,5 ^{α,β,γ,δ}	0,0000001
Ет/СРТП	1,35 ± 0,07	1,54 ± 0,07	1,43 ± 0,06	1,29 ± 0,04	1,36 ± 0,04	1,41 ± 0,07	1,35 ± 0,08	0,07

Примечание. ВИР – время изоволюметрической релаксации левого желудочка; Е, Ет – скорость раннего диастолического митрального и трикуспидального потока; А, Ат – скорость позднего диастолического митрального и трикуспидального потока; ВЗЕМ, ВЗЕт – время замедления раннего диастолического митрального и трикуспидального потока; Е/А, Ет/Ат – отношение раннего и позднего диастолического трансмитрального и транстрикуспидального потока; СРМП – скорость распространения митрального потока; СРТП – скорость распространения трикуспидального потока; Е/СРМП, Ет/СРТП – отношение скоростей раннего диастолического митрального и трикуспидального потока к скоростям их распространения.

лет она была выше 50 см/с, в возрасте 50–69 лет – около 45 см/с, а у 70-летних снижалась до 40 см/с ($F = 9,3$; $p = 0,0000001$). Более характерным было снижение СРТП, которое составляло около 49 см/с у исследуемых до 20 лет и линейно снижалась по 1–3 см/с в каждую декаду ($F = 9,1$; $p = 0,0000001$).

При анализе взаимосвязей параметров диастолической функции желудочков выявлены достоверные корреляции с возрастом следующих показателей: времени изоволюметрической релаксации ($r = 0,61$; $p = 0,000001$), скоростей раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ – Е ($r = -0,42$; $p = 0,0001$) и А ($r = 0,34$; $p = 0,002$), отношения Е/А ($r = -0,56$; $p = 0,0001$), скорости раннего трикуспидального потока Ет ($r = -0,46$; $p = 0,0001$), отношения Ет/Ат ($r = -0,46$; $p = 0,0001$), скоростей распространения митрального и трикуспидального потока СРМП ($r = -0,38$; $p = 0,0001$) и СРТП ($r = -0,42$; $p = 0,0001$). При анализе взаимосвязей данных диастолической функции левого и правого желудочков между собой выявлены существенные корреляционные связи скоростей раннего диастолического наполнения Е и Ет ($r = 0,50$; $p = 0,0001$), отношений Е/А и Ет/Ат ($r = 0,44$; $p = 0,0001$), а также скоростей распространения митрального и трикуспидального потока СРМП и СРТП ($r = 0,65$; $p = 0,000001$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании впервые выявлены значения скорости распространения раннедиастолического потока наполнения в правом желудочке в различных возрастных группах и показано ее закономерное снижение с возрастом.

Сам по себе этот факт удивления не вызывает, поскольку хорошо известно о возрастных изменениях аналогичных показателей диастолической функции ЛЖ [13, 15] и схожих моделях наполнения обоих желудочков, полученных в ходе инвазивных исследований [19]. Тем не менее диастолическое наполнение ПЖ имеет свои особенности, связанные как с его геометрией, так и со структурой миокарда [2], поэтому могут быть определенные отличия между показателями правого и левого желудочков [20]. Например, при обследовании 494 здоровых людей в возрасте от 13 до 87 лет средние значения отношения Е/А митрального потока меньше 1,0 выявлены уже у лиц старше 60 лет, в то же время это отношение на трикуспидальном клапане достигало данного значения только у 80-летних [11]. С другой стороны, имеются сведения и о более выраженном снижении с возрастом отношения Е/А для транстрикуспидальных потоков ($r = -0,57$; $p < 0,001$) [8]. Наши данные – отсутствие снижения отношения раннего и позднего

го транстрикуспидального потоков менее 1,0 вплоть до возраста старше 70 лет – вполне согласуются с результатами работ других авторов [11, 20]. В настоящем исследовании инверсия отношения Е/А митрального потока в группе 70-летних имела место у 50 % исследуемых, в то время как в группе 60- и 50-летних она встречалась у 41 и 40 % соответственно. Это было несколько меньше, чем в исследовании Watanabe S. и соавт. [11], – инверсия Е/А среди 60-летних выявлена у 73 % обследуемых, а среди 70–80-летних – в 90 % случаев, что может быть связано не только с возрастными, но и с расовыми или региональными особенностями. Однако и в приведенном, и в нашем исследовании демонстрировались довольно схожие особенности возрастных изменений трикуспидального потока, прослеживался более низкий процент пожилых людей со снижением отношения Ет/Ат меньше 1,0 – 40 и 31 % соответственно. Причины менее выраженного снижения этого отношения в правом желудочке по сравнению с левым можно объяснить различиями между желудочками по влиянию внутрижелудочкового давления на стенку. Последние рекомендации [2] считают нормальными значения отношения Ет/Ат, равными примерно 1,6 (в 30-летнем возрасте), с последующим декадным снижением на 0,1, что вполне согласуется с полученными в нашем исследовании данными. Тем не менее критерием диастолической дисфункции предложено считать значения транстрикуспидального отношения Е/А менее 0,8 [2], что не совсем логично и отличается от подобных критериев для левого желудочка (Национальные рекомендации Всероссийского научного общества кардиологов, 2010). Видимо, в оценке диастолической дисфункции правого желудочка следует опираться на другие показатели.

Метод комбинированного цветного М-модального исследования скорости распространения потока наполнения используется обычно для оценки диастолической функции левого желудочка [13, 15, 21, 22]. Сообщения о применении данной методики для оценки показателей наполнения правого желудочка крайне немногочисленны [6, 17]. Наличие отрицательного давления в полости правого желудочка и наличие градиента давления с правым предсердием в раннюю диастолу подтверждено в экспериментальных исследованиях с использованием микрокатетеров достаточно давно [23]. Следующим шагом стало обоснование возможности неинвазивной оценки данного градиента с помощью использования цветного доплеровского картирования потока наполнения [17].

В экспериментальной части работы показана тесная корреляционная связь ($r = 0,88$) между значениями градиента давления в правом желудочке, полученными инвазивно и с помощью цветного дуплексного картирования потока его наполнения. Данные этого исследования подчеркивают роль релаксации ПЖ как главной детерминанты его наполнения, максимальный градиент давления в раннюю диастолу определяется константой релаксации ПЖ. Поэтому авторы предлагают использовать оценку ранне-диастолического градиента давления в ПЖ как маркер нарушения диастолической дисфункции ПЖ в клинических условиях, подчеркивая его независимость от различных гемодинамических влияний [17]. Тем не менее вычисление данного показателя требует выполнения дополнительных математических расчетов, поэтому более удобна оценка в этом же цветном доплеровском М-режиме не градиента давления в раннюю диастолу, а скорости распространения потока наполнения ПЖ, которая пока исследовалась только в одной работе [6]. У больных с системной красной волчанкой наличие легочной гипертензии сопровождалось снижением СРТП, отмечена высокая степень корреляции СРТП и дистанции шестиминутной ходьбы ($r = 0,748$; $p < 0,001$). Кроме того, частота повторных госпитализаций в течение года была выше среди пациентов с низкими значениями СРТП [6]. Полученные в настоящем исследовании значения скорости распространения ранне-диастолического потока наполнения ПЖ в различных возрастных группах (от $49,2 \pm 1,6$ см/с у подростков до $36,8 \pm 1,5$ см/с у лиц старше 70 лет) могут служить основой для использования в последующих исследованиях и клинической практике. Возрастное снижение скорости этого потока вполне согласуется с известными сведениями о повышении жесткости и ухудшении релаксации миокарда. Другой изученный нами показатель, отношение Ет/СРТП, не зависел от возраста обследуемых ($p = 0,07$ для тренда). В левом желудочке аналогичный показатель (Е/СРМП) считается неинвазивным маркером давления в полости ЛЖ [14]. По-видимому, возрастные изменения наполнения правого желудочка не влияли на уровень давления в его полости, но это предположение нуждается в подтверждении в инвазивных исследованиях.

К ограничениям настоящего исследования можно отнести то, что обследуемым не проводилась катетеризация правых отделов сердца для инвазивной верификации наличия градиента давления и диастолической дисфункции. Мы не нашли необходимости в проведении

этой процедуры у людей без признаков наличия сердечно-сосудистых и легочных заболеваний. Другим ограничением было включение в исследование меньшего количества обследуемых старших возрастных групп, нежели молодых людей. Это было связано с трудностью поиска здоровых лиц в возрасте старше 60 лет. Кроме того, почти у всех исследуемых в возрасте старше 70 лет были признаки субклинического атеросклероза, проявляющегося утолщением комплекса интима-медиа, что не позволяет исключить у них наличие бессимптомных стенозов коронарных артерий. Тем не менее проведение коронароангиографии для исключения такой возможности у данной категории обследуемых не представляется возможным по этическим соображениям при отсутствии клинических проявлений.

Клиническое значение настоящего исследования видится нам в том, что установлены возрастные рамки изменений новых маркеров диастолической функции правого желудочка, прежде всего, скорости распространения раннедиастолического потока наполнения. Наряду с имеющимися сведениями о возрастных изменениях параметров диастолического наполнения, основанными на тканевой импульсной доплерографии [20, 24], это позволит более четко разграничивать нормальные и патологические значения диастолической функции правого желудочка, прежде всего в старших возрастных группах. Несомненно, это дополнительно будет способствовать выявлению ранних стадий патологии правых отделов сердца [7], а также поможет в оценке динамики их состояния в ходе лечебных и диагностических мероприятий [5, 25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С увеличением возраста у здоровых лиц отмечается закономерное снижение скорости распространения раннедиастолического потока наполнения желудочков, отражающее ухудшение диастолической функции. Возрастные изменения отношения скоростей раннего и позднего потоков наполнения были более выражены в левом желудочке, чем в правом. Для скоростей распространения раннедиастолических внутрижелудочковых потоков таких различий между отделами сердца не было выявлено. Отмечена выраженная корреляционная связь между скоростями распространения раннедиастолических потоков наполнения в левом и правом желудочках ($r = 0,65$). Оценку диастолической функции правого желудочка целесообразно проводить с учетом возрастных изменений ее показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meluzin J., Spinarovb L., Hude P. et al. Combined right ventricular systolic and diastolic dysfunction represents a strong determinant of poor prognosis in patients with symptomatic heart failure // *Int. J. Cardiol.* 2005. 105. (2). 164–73.
2. Rudski L.G., Lai C.W.W., Afilalo J. et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2010. 23. 685–713.
3. Gaynor S.L., Maniar H.S., Bloch J.B. et al. Right atrial and ventricular adaptation to chronic right ventricular pressure overload // *Circulation.* 2005. 112. (9, Suppl). I212–I218.
4. Беленков Ю.Н., Агманова Э.Т. Возможности тканевой доплеровской эхокардиографии в диагностике диастолической функции правого желудочка у больных с хронической сердечной недостаточностью I–IV функционального класса // *Кардиология.* 2007. (5). 4–9.
5. Belenkov Yu.N., Agmanova E.T. Tissue Doppler echocardiography potential in right ventricular diastolic function assessment in patients with stage I–IV chronic heart failure // *Kardiologiya.* 2007. (5). 4–9.
6. Gan C.T., Holverda S., Marcus J.T. et al. Right ventricular diastolic dysfunction and the acute effects of sildenafil in pulmonary hypertension patients // *Chest.* 2007. 132. (1). 11–17.
7. Cheng C.-C., Huang W.-C., Chiou K.-R. et al. Tricuspid flow propagation velocity predicts exercise tolerance and readmission in patients with systemic lupus erythematosus // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009. 22. (4). 411–417.
8. Shiina Y., Funabashi N., Lee K. et al. Right atrium contractility and right ventricular diastolic function assessed by pulsed tissue Doppler imaging can predict brain natriuretic peptide in adults with acquired pulmonary hypertension // *Int. J. Cardiol.* 2009. 135. (1). 53–59.
9. Lindqvist P., Waldenstrom A., Wikstrom G., Kazzam E. Right ventricular myocardial isovolumic relaxation time and pulmonary pressure // *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 2006. 26. (1). 1–8.
10. Jurcut R., Giusca S., La Gerche A. et al. The echocardiographic assessment of the right ventricle: what to do 2010? // *Eur. J. Echocardiogr.* 2010. 11. 81–96.
11. Pelà G., Regolisti G., Coghi P. et al. Effects of the reduction of preload on left and right ventricular myocardial velocities analyzed by Doppler tissue echocardiography in healthy subjects // *Eur. J. Echocardiogr.* 2004. 5. (4). 262–271.
12. Watanabe S., Suzuki N., Kudo A. et al. Influence of aging on cardiac function examined by echo-

cardiography // *Tohoku J. Exp. Med.* 2005. 207. (1). 13–19.

12. *Pasipoularides A., Shu M., Shah A. et al.* Diastolic right ventricular filling vortex in normal and volume overload states // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2003. 284. H1064–H1072.

13. *Mego D.M., DeGeare V.S., Nottestad S.Y., et al.* Variation of Flow Propagation Velocity with Age // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1998. 11. 20–25.

14. *Ueno Y., Nakamura Y., Kinoshita M. et al.* Noninvasive estimation of pulmonary capillary wedge pressure by color M-mode Doppler echocardiography in patients with acute myocardial infarction // *Echocardiography.* 2002. 19. (2). 95–102.

15. *Сумин А.Н., Гайфулин Р.А., Галимзянов Д.М.* Внутрижелудочковые потоки наполнения в оценке диастолической функции левого желудочка у пожилых людей // *Кардиология.* 2003. (10). 22–31.

Sumin A.N., Gaifulin R.A., Galimzyanov D.M. Ventricular inflow in left ventricular diastolic function assessment in elderly patients // *Kardiologiya.* 2003. (10). 22–31.

16. *Гахова Т.А., Рябиков А.Н., Щербаклова Л.В., Малутина С.К.* Оценка скорости наполнения левого желудочка в раннюю диастолу при артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца и сахарном диабете // *Бюл. СО РАМН.* 2009. (6). 126–130.

Gakhova T.A., Ryabikov A.N., Shcherbakova L.V., Maljutina S.K. Early diastolic left ventricular inflow velocity assessment in arterial hypertension, coronary artery disease and diabetes mellitus // *Byul. SO RAMN.* 2009. (6). 126–130.

17. *Cortina C., Bermejo J., Yotti R. et al.* Noninvasive assessment of the right ventricular filling pressure gradient // *Circulation.* 2007. 116. 1015–1023.

18. *Teske A.J., Prakken N.H., De Boeck B.W. et al.* Effect of long term and intensive endurance train-

ing in athletes on the age related decline in left and right ventricular diastolic function as assessed by Doppler echocardiography // *Am. J. Cardiol.* 2009. 104. (8). 1145–51.

19. *Фейгенбаум Х.* Эхокардиография / Ред. В.В. Митьков, пер. с англ., 5-е изд. М., 1999.

Feigenbaum H. Echocardiography / Ed. V.V. Mit'kov, translated from English, 5th Edition. М., 1999.

20. *Innelli P., Esposito R., Olibet M. et al.* The impact of ageing on right ventricular longitudinal function in healthy subjects: a pulsed tissue Doppler study // *Eur. J. Echocardiogr.* 2009. 10. 491–498.

21. Национальные рекомендации ВНОК И ОССН по диагностике и лечению ХСН (третий пересмотр) // *Сердечная недостаточность.* 2010. 11. (1). 3–62.

National All-Russian Scientific Cardiology Society and Heart Failure Society guidelines on chronic heart failure treatment (3d Revision) // *Serdechnaya nedostatochnost'*. 2010. 11. (1). 3–62.

22. *Yotti R., Bermejo J., Benito Y., et al.* Noninvasive estimation of the rate of relaxation by the analysis of intraventricular pressure gradients // *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2011. 4. (2). 94–104.

23. *Sabbah H.N., Anbe D.T., Stein P.D.* Can the human right ventricle create a negative diastolic pressure suggestive of suction? // *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1981. 7. 259–267.

24. *Chiha J., Boyd A., Thomas L.* Does normal ageing alter right ventricular relaxation properties? A tissue Doppler study // *Heart Lung Circ.* 2010. 19. (7). 406–412.

25. *Orozco-Gutiérrez J.J., Castillo-Martinez L., Orea-Tejeda A. et al.* Effect of L-arginine or L-citrulline oral supplementation on blood pressure and right ventricular function in heart failure patients with preserved ejection fraction // *Cardiol. J.* 2010. 17. (6). 612–8.

AGE-RELATED CHANGES IN RIGHT VENTRICULAR DIASTOLIC FUNCTION

Aleksey Nikolaevich SUMIN¹, Oleg Gennad'evich ARKHIPOV²

¹ *Institute for Integrated Problems of Cardiovascular Diseases SB RAMS*
650002, Kemerovo, Sosnovyi boul., 6

² *Federal State Institution Rehabilitation Center of Social Insurance Fund of the RF "Topaz"*
652840, Myski, Leskhoznyaya str., 1

270 patients (129 males) aged 13–83 years without respiratory or cardiovascular diseases have been examined in order to evaluate early tricuspid ventricular inflow parameters in different age groups. The patients have been surveyed with the echocardiography performed with the color Doppler M-mode assessment of ventricular inflow velocity. Early diastolic left and right ventricular inflow was typically less in older patients, which is due to the worsening of ventricular diastolic function and this should be taken into account in research studies and clinical practice.

Key words: diastolic function, right ventricle, age-related changes.

Sumin A.N. – doctor of medical sciences, head of the laboratory for cardiovascular pathology,
e-mail: sumian@cardio.kem.ru

Arkhipov O.G. – candidate of medical sciences, ultrasound physician, e-mail: arhipov-uzi@mail.ru