

Диастолическая функция правого желудочка у больных с заболеваниями легких в отсутствие и при наличии легочной гипертензии

А.Н. СУМИН, О.Г. АРХИПОВ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Россия

Резюме

Цель исследования. Изучение показателей наполнения правого желудочка (ПЖ) у больных хроническими заболеваниями легких с наличием и без легочной гипертензии (ЛГ) по сравнению со здоровыми лицами.

Материалы и методы. Обследовали 365 человек (198 мужчин), средний возраст $64,6 \pm 8,0$ года), разделенных на группу с патологией органов дыхания без признаков ЛГ ($n=124$), с ее наличием ($n=138$) и группу сравнения, в которую включали лиц без патологии сердечно-сосудистой системы и органов дыхания ($n=103$). Всем выполнили эхокардиографию с исследованием потоков наполнения ПЖ (Et, At, Et/At), данных спектральной тканевой доплерометрии фиброзного кольца трикуспидального клапана ($e't$, $a't$, $e't/a't$), а также скорости распространения раннего трикуспидального потока (СРТП).

Результаты. Во всех группах выявлено снижение показателя $e't/a't$ до $0,75$ ($0,63-0,90$) — $0,8$ ($0,63-1,0$; $p=0,26$). В группах не отмечено заметных различий таких показателей, как отношения Et/At, $e't/a't$, Et/ $e't$, хотя увеличение размеров правых отделов сердца имелось у больных без ЛГ наряду со снижением СРТП с $33,5$ ($28-39$) до $31,5$ ($24,5-36$) см/с, который продолжал существенно снижаться до $27,1$ ($24-35$) см/с у пациентов с ЛГ ($p<0,0001$).

Заключение. У больных с хронической патологией легких даже без развития ЛГ отмечается снижение СРТП наряду с увеличением размеров правых отделов сердца. Другой показатель диастолической функции ПЖ — отношение скоростей движения кольца трикуспидального клапана в раннюю и позднюю диастолу $e't/a't$ существенно не различался в группах, хотя и наблюдалось его снижение во всех группах, вероятно, за счет возрастных изменений. Таким образом, у больных с патологией легких независимо от наличия ЛГ целесообразно проводить комплексную оценку диастолической функции ПЖ.

Ключевые слова: диастолическая функция правого желудочка, заболевания легких, легочная гипертензия.

Right ventricular diastolic function in patients with lung diseases in the absence or presence of pulmonary hypertension

A.N. SUMIN, O.G. ARKHIPOV

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia

Aim. To investigate the indicators of filling of the right ventricle (RV) in patients with chronic lung diseases with and without pulmonary hypertension (PH) compared to healthy individuals.

Subjects and methods. 365 people (198 men); mean age 64.6 ± 8.0 years) were examined and divided into a group of patients with respiratory pathology without and with PH ($n=124$ and $n=138$, respectively) and a comparison group that included individuals without cardiovascular and respiratory diseases ($n=103$). All underwent echocardiography with examination of RV filling flows (Et, At, Et/At), data of the spectral tissue Doppler imaging of the fibrous ring of the tricuspid valve ($e't$, $a't$, $e't/a't$), and early tricuspid flow propagation velocity (ETFPV).

Results. All the groups were found to have an $e't/a't$ decrease to 0.75 ($0.63-0.90$) — 0.8 ($0.63-1.0$; $p=0.26$). The groups showed no noticeable differences in indicators, such as Et/At, $e't/a't$, and Et/ $e't$ ratios, although the increased size of the right heart was noted in patients without PH along with the ETFPV decrease from 33.5 ($28-39$) to 31.5 ($24.5-36$) cm/sec, which continued to substantially decline to 27.1 ($24-35$) cm/sec in patients with PH ($p<0.0001$).

Conclusion. Patients with chronic lung disease even without the development of PH exhibited a decreased ETFPV along with the increased size of the right heart. Another indicator of RV diastolic function is a tricuspid valve annular velocity ratio in early and late diastole; the $e't/a't$ ratio was not considerably different in the groups, although its decline was observed in all the groups probably due to age-related changes. Thus, RV diastolic function should be comprehensively evaluated in patients with lung disease regardless of the presence of PH.

Keywords: right ventricular diastolic function, lung diseases, pulmonary hypertension.

АГ — артериальная гипертензия
ВЗЕ — время замедления раннего диастолического потока
ГДПП — градиент давления в правом предсердии
ГТР — градиент трикуспидальной регургитации
ДД — диастолическая дисфункция
ДН — дыхательная недостаточность
E_r — скорость раннего диастолического наполнения ПЖ
E_r/A_r — отношение раннего и позднего диастолического трантрикуспидального потока
ИБС — ишемическая болезнь сердца

ИМ — инфаркт миокарда
ЛА — легочная артерия
ЛАД_{ср} — среднее давление в легочной артерии
ЛГ — легочная гипертензия
ПП — правое предсердие
СДЛА — систолическое давление в ЛА
СРТП — скорость распространения раннего транстрикуспидального потока
ТШХ — тест с 6-минутной ходьбой
ФВ — фракция выброса

ФК — функциональный класс
 ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких
 ХСН — хроническая сердечная недостаточность
 ЦДК — цветное доплеровское картирование
 ЭхоКГ — эхокардиография
 a'_1 — скорость позднего диастолического движения стенки ПЖ

e'_1 — скорость раннего диастолического движения стенки ПЖ
 s'_1 — скорость систолического движения стенки ПЖ
 TAPSE — систолическая экскурсия кольца трикуспидального клапана
 A_1 — поток предсердной систолы

Хроническое легочное сердце развивается как ответ его правых отделов на повышение давления в малом круге кровообращения вследствие хронических заболеваний легких или других причин [1]. Оценке функции правого желудочка (ПЖ) сердца в последнее время уделяется много внимания, что отражено в опубликованных международных рекомендациях и обзорах [2–4]. Показано, что нарушение функции ПЖ имеет независимое клиническое и прогностическое значение не только при патологии легких [4] и первичной легочной гипертензии (ЛГ) [6], но и при левожелудочковой сердечной недостаточности [7]. В этих публикациях прежде всего рассматриваются нарушения систолической функции ПЖ и гораздо меньше внимания уделяется нарушениям его наполнения. Возможно, это связано с распространенным до сих пор мнением о трудностях оценки диастолической функции ПЖ [3]. Вместе с тем есть сведения, что нарушения наполнения ПЖ развиваются раньше его систолической дисфункции [8, 9]. Можно констатировать, что стандартного набора показателей для оценки диастолической функции ПЖ пока нет. Для ее оценки в настоящее время используют отношение максимальных скоростей раннего и позднего транстрикуспидальных потоков, время изоволюметрической релаксации ПЖ, оценку скоростей движений кольца трикуспидального клапана в раннюю и позднюю диастолу в режиме тканевого Доплера [2], и гораздо реже — скорость распространения раннего транстрикуспидального потока (СРТП) в полости ПЖ в цветовом доплеровском М-режиме [10]. Проведенные нами еще не опубликованные исследования по комплексной оценке диастолической функции ПЖ показали, что при нарастании ЛГ отмечается прогрессивное снижение только двух показателей — СРТП и индекса Теи, оказавшихся наиболее чувствительными. Насколько данные параметры могут быть полезны в выявлении ранних стадий поражения правых отделов сердца остается неясным. Например, непонятно насколько хроническая патология легких может влиять на те или иные маркеры наполнения ПЖ.

Исходя из этого цель настоящего исследования состояла в изучении показателей наполнения ПЖ у больных с хронической патологией легких в отсутствие и с наличием ЛГ по сравнению со здоровыми лицами того же возраста.

Материалы и методы

В исследование включили 365 человек (198 мужчин) в возрасте от 30 до 85 лет (средний возраст $64,6 \pm 8,0$ года), проходивших эхокардиографическое обследование в кабинете ультразвуковой диагностики. В исследование включали лиц без патологии

сердечно-сосудистой системы и органов дыхания (1-я группа, или группа сравнения, $n=103$), больных с патологией органов дыхания без признаков ЛГ (2-я группа, $n=124$) и больных с эхокардиографическими признаками ЛГ (3-я группа, $n=138$). Критерием наличия ЛГ считали среднее давление в легочной артерии (ЛАД_{ср}) выше 25 мм рт.ст. Участников 1-й группы набирали из лиц без жалоб и заболеваний сердечно-сосудистой системы и легких в анамнезе. Эти пациенты проходили профилактическое обследование в кабинете ультразвуковой диагностики для исключения патологии органов брюшной полости, мочевыделительной системы или репродуктивных органов, им дополнительно проводили эхокардиографию (ЭхоКГ) и электрокардиографию после получения согласия. Во 2-ю и 3-ю группы включили больных с различными хроническими заболеваниями бронхолегочной системы: хроническая обструктивная болезнь легких — ХОБЛ ($n=76$), хронический пылевой бронхит ($n=143$), антракosisиликоз ($n=25$), другие пневмокониозы ($n=11$). У 21 человека из 3-й группы ЛГ развилась на фоне патологии сердечно-сосудистой системы: тромбоэмболии легочной артерии — ЛА ($n=1$), ишемической болезни сердца — ИБС ($n=7$), гипертонической болезни ($n=3$), сочетания ИБС и гипертонической болезни ($n=12$). Группы сопоставимы по возрасту и половому составу (табл. 1). В исследование не включали пациентов с декомпенсацией основного или сопутствующего заболевания, гемодинамически значимыми пороками сердца, почечной и печеночной недостаточностью, сахарным диабетом 1-го типа, тиреотоксикозом, онкологическими заболеваниями.

Больным проводили оценку клинического состояния, регистрировали электрокардиограмму, показатели спирометрии. ЭхоКГ проводили на ультразвуковых системах Medison Sonace 8000 и Vivid S5, оценивали структурные показатели: длину и площадь ПЖ в диастолу и систолу в четырехкамерном сечении из апикального подхода, конечный диастолический длинник и поперечник правого предсердия (ПП). В М-режиме в четырехкамерном сечении определяли систолическую экскурсию кольца трикуспидального клапана (TAPSE). Фракцию выброса (ФВ) ПЖ определяли по методу Kaul (ФВПЖ=3,2·TAPSE) [11]. В доплеровском режиме изучали параметры транстрикуспидального кровотока: пиковую скорость раннего диастолического потока (E'_1), потока предсердной систолы (A_1), их отношение (E'_1/A_1), время замедления раннего диастолического потока (VZE).

Больным выполняли импульсно-волновую тканевую доплерометрию, при которой измеряли скорости систолического (s'_1), раннего (e'_1) и позднего (a'_1) диастолического движения стенки ПЖ в районе кольца трикуспидального клапана. Измеряли также отношение e'_1/a'_1 в указанном сегменте. В режиме импульсно-волновой тканевой доплерометрии определяли индекс Теи как отношение сумм времени изоволюметрической релаксации и времени изометрического наполнения ПЖ к времени изгнания ПЖ [2].

В комбинированном цветовом М-режиме измеряли СРТП. При этом исследовании М-линию устанавливали в зоне раскрытия створок митрального и трикуспидального клапанов, в цветовом М-режиме записывали не менее 5 циклов. Скорость распространения атриовентрикулярного потока определяли с помощью измерения линии наклона ранней диастолической волны цвето-

Сведения об авторах:

Архипов О.Г. — к.м.н., врач ультразвуковой диагностики, ФГУ Центр реабилитации ФСС РФ «Топаз»

Контактная информация:

Сумян Алексей Николаевич — д.м.н., зав. отд. мультифокального атеросклероза; 650002 Кемерово, Сосновый бульвар, 6; тел.: +7(384)264-4461; e-mail: sumian@kemcardio.ru

Таблица 1. Характеристика обследованных групп

Параметр	Группа сравнения (1-я группа, n=103)	Больные без ЛГ (2-я группа, n=124)	Больные с ЛГ (3-я группа, n=138)	P
Возраст, годы	61 (56; 67)	59 (56; 63)	61 (57; 69)	0,09
Мужчины	77 (74,7)	101 (81)	112 (81)	0,29
Масса тела, кг	78 (69; 87)	80 (71; 88,5)	81 (70; 90)	0,34
Рост, см	170 (165; 175)	170 (165; 175)	170 (164; 174)	0,78
Ожирение	11 (10,5)	22 (17,8)	37 (27)	0,0047
Дефицит массы тела	2 (1,9)	3 (2,4)	9 (6,6)	0,107
Курение	27 (26)	22 (36)	19 (40)	0,07
Сахарный диабет 2-го типа	—	3 (2,4)	7 (5,1)	0,053
АГ	—	51 (41,1)	71 (51,4)	0,00001
ИБС	—	20 (16,1)	47 (34,1)	0,00001
ХСН II ФК	—	14 (11,3)	34 (24,6)	0,00001
ХСН III ФК	—	2 (1,6)	26 (18,8)	0,00001
ДН I степени	—	89 (71,7)	61 (44)	0,00001
ДН II степени	—	31 (25)	48 (34,7)	0,00001

Примечание. Здесь и табл. 2–4: данные представлены в виде абсолютного числа больных (%) или в виде медианы и межквартильного размаха (25-й процентиль; 75-й процентиль). АГ — артериальная гипертензия; ХСН — хроническая сердечная недостаточность; ФК — функциональный класс; ДН — дыхательная недостаточность.

вого доплеровского спектра. ЛАД_{ср} измеряли по методу Kitabataki: оценивали отношение времени ускорения к времени изгнания в выносящем тракте ПЖ. При наличии трикуспидальной регургитации измеряли градиент давления между ПЖ и правым предсердием (ГДПП), на основании которого рассчитывали систолическое давление в ЛА (СДЛА).

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

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартного пакета программ Statistica 6.0. Нормальность распределения определяли с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для большинства количественных переменных распределение отличалось от нормального, они представлены в виде медианы и межквартильного размаха. Сравнение проводили с использованием теста Крускала–Уоллеса и последующим выявлением межгрупповых различий при помощи теста Манн–Уитни с поправкой Бонферрони. Взаимосвязь показателей диастолической функции с эхокардиографическими признаками ЛГ оценивали при помощи коэффициента корреляции Спирмена. Связь возможных факторов со снижением СРТП менее 32 см/с оценивали в модели множественной логистической регрессии. В многофакторный анализ включали переменные, для которых критерий статистической значимости при однофакторном анализе составлял меньше 0,1. Многофакторный анализ выполняли пошагово методом исключения. Первоначально выделяли признак, наиболее тесно связанный со снижением СРТП. Последующие переменные включали в модель логистической регрессии при значимости вклада на уровне $\alpha < 0,1$. Уровень статистической значимости (p) принят равным 0,05.

Результаты

Группы были однородны по возрасту, половому составу, росту и массе тела, числу курящих, по числу лиц с дефицитом массы тела. Больные с ожирением чаще встречались во 2-й и 3-й группах. В 1-й группе отсутствовали пациенты с ИБС, гипертонической болезнью, сахарным диабетом 2-го типа, признаками сердечной и дыхательной недостаточности.

Данные спирометрии в группах больных с патологией легких не различались существенно между собой, но были

закономерно снижены по сравнению с таковыми в группе сравнения (табл. 2). При сравнении структурных показателей ЭхоКГ выявлено статистически значимое увеличение диаметра ЛА в группе ЛГ по сравнению с 1-й группой ($p < 0,0001$). Диаметр ПП у больных без признаков ЛГ был на 6% больше, чем в 1-й группе ($p = 0,00023$), а в группе ЛГ на 21% больше, чем у здоровых, и на 12% больше, чем у больных без признаков ЛГ ($p < 0,0001$ в обоих случаях). В группе ЛГ отмечалось увеличение КДР ПЖ на 14 и на 3% по сравнению с таковым 1-й и 2-й групп ($p < 0,0001$ и $p = 0,001$ соответственно). TAPSE в группе ЛГ на 15% ниже, чем группе сравнения, и на 5% ниже, чем в группе больных без признаков ЛГ ($p < 0,0001$ в обоих случаях). В этой же группе отмечено снижение ФВ ПЖ до 51%, что на 9 и 6% ниже, чем в первых двух группах ($p < 0,0001$ в обоих случаях). Отмечено увеличение толщины стенки ПЖ по сравнению с таковой в 1-й группе на 11% у больных без признаков ЛГ и на 33% у пациентов с ЛГ ($p < 0,0001$ в обоих случаях).

При оценке диастолической функции ПЖ (табл. 3) у больных группы ЛГ отмечено снижение скорости раннего диастолического потока E_d на 8% по сравнению с таковой в 1-й группе ($p = 0,46$). Отношение E_d/A_d в группах также достоверно не различалось. Практически отсутствовали различия между группами по скорости предсердной систолы A_d и времени замедления раннего трикуспидального потока. В группе больных с патологией легких без ЛГ по сравнению с 1-й группой отмечено достоверное снижение СРТП на 6% ($p < 0,0001$). У пациентов с ЛГ по сравнению с 1-й и 2-й группами отмечено снижение СРТП на 19 и 14% ($p < 0,0001$ и $p = 0,021$ соответственно). Отношение $E_d/СРТП$ в группе ЛГ на 19% больше, чем в 1-й группе ($p = 0,00023$), но не отличалось достоверно от такового в группе больных без ЛГ ($p = 0,18$).

При анализе показателей спектральной тканевой доплерометрии кольца трикуспидального клапана (табл. 4) отмечена тенденция к снижению скорости его раннего диастолического движения e'_1 в группе ЛГ по сравнению с 1-й группой ($p = 0,19$). В этой же группе по сравнению с 1-й прослеживалась тенденция к снижению

Таблица 2. Данные спирометрии, структурные показатели правых отделов сердца и давление в ЛА в обследованных группах

Параметр	Группа сравнения (1-я группа, n=103)	Больные без ЛГ (2-я группа, n=124)	Больные с ЛГ (3-я группа, n=138)	p
ЖЕЛ, л	4,3 (4,2; 4,5)	3,0 (2,2; 3,48)*	2,49 (1,91; 3,12)*	0,0001
ФЖЕЛ, л	4,43 (4,3; 4,6)	2,95 (1,98; 3,15)*	2,58 (2,19; 3,16)*	0,0001
ОФV ₁ , л	3,9 (3,3; 4,0)	2,28 (1,79; 2,72)*	2,12 (1,75; 2,63)*	0,0001
ОФV ₁ /ЖЕЛ	0,83 (0,76; 0,87)	0,82 (0,68; 0,96)	0,85 (0,68; 0,98)	0,057
%ДЖЕЛ	103 (100; 110)	70,4 (54,7; 78,1)*	61,5 (50,6; 77,9)*	0,0001
%ДФЖЕЛ	111 (108; 115)	68,3 (55,3; 78,1)*	69,0 (56,9; 79,0)*	0,0001
%ДОФV ₁	112 (102; 121)	69,2 (58,4; 82,5)*	68,5 (59,9; 85,9)*	0,0001
%ОФV ₁ /ЖЕЛ	102 (100; 105)	82 (68; 96)	85 (67; 97)	0,05
ЛАД _{ср} , мм рт.ст.	11,6 (9; 16,7)	17,8 (11,2; 21)	31,9 (28,5; 38,7)	0,00001
ГДПП, мм рт.ст.	16 (14; 19)	20 (15; 23,7)	26 (22; 32,6)	0,00001
СДЛА, мм рт.ст.	22 (19,3; 25,2)	28,3 (23; 31,2)	37 (33,1; 44)	0,00001
Диаметр ЛА, мм	21 (19; 22)	21 (20; 23)	22 (21; 24)*	0,00001
КДР ПП, мм	34 (32; 36)	36 (33,5; 36)*	38 (36; 41)**	0,00001
КДР ПЖ, мм	29 (28; 32)	32 (29; 33)*	33 (31; 35)**	0,00001
СПЖд, мм	4,5 (4,0; 5,0)	5,0 (5,0; 6,0)*	6,0 (5,0; 6,5)**	0,00001
ТАРСЕ, мм	18,7 (16,9; 20,0)	17,8 (15,9; 18,8)*	15,9 (15,0; 17,8)**	0,00001
ФВ ПЖ, %	60 (54; 64)	57 (51; 62)*	51 (48; 57)**	0,00001

Примечание. Здесь и в табл. 3: различия показателей достоверны (p<0,05) при сравнении * — с 1-й группой, ** — со 2-й группой. КДР — конечный диастолический размер; СПЖд — толщина стенки ПЖ в диастолу.

Таблица 3. Показатели диастолической функции ПЖ в обследованных группах

Показатель	Группа сравнения (1-я группа, n=103)	Больные без ЛГ (2-я группа, n=124)	Больные с ЛГ (3-я группа, n=138)	p
E ₁ , см/с	51 (45; 61)	48 (41; 54)	47 (41; 53)*	0,0021
A ₁ , см/с	43 (37; 53)	42,7 (36,5; 50)	44,5 (44,5; 54)	0,62
E ₁ /A ₁	1,17 (0,98; 1,34)	1,09 (0,9; 1,3)	1,09 (0,8; 1,4)	0,49
ВЗЕт, мс	160 (163; 220)	192 (170; 250)	185 (130; 216)	0,31
СРТП, см/с	33,5 (28; 39)	31,5 (24,5; 36)*	27,1 (24; 35)**	0,00001
E ₁ /СРТП	1,36 (1,07; 1,65)	1,34 (1,16; 1,72)	1,58 (1,29; 1,92)**	0,00001

Примечание. E₁/СРТП — отношение скорости раннего диастолического трансмитральского потока к скорости его распространения.

скорости позднего диастолического движения трикуспидального кольца a₁ (p=0,07). Отношения e₁/a₁ в группах не различались. Не отмечено также межгрупповых различий по скорости систолического движения кольца трикуспидального клапана (s₁) и отношению E₁/e₁. Во 2-й группе по сравнению с 1-й отмечено недостоверное увеличение индекса Теи на 14% (p=0,54). В группе ЛГ этот показатель на 43% достоверно выше, чем в 1-й группе (p=0,00078), отмечена тенденция к его повышению на 25% по сравнению со 2-й группой (p=0,07).

При корреляционном анализе выявлена статистически значимая связь СРТП со значениями ЛАД_{ср} (r=-0,51; p<0,0001) с градиентом трикуспидальной регургитации — ГТР (r=-0,41; p<0,0001), СДЛА (r=-0,44; p<0,0001).

При однофакторном логистическом регрессионном анализе вероятность СРТП ниже 32 см/с (табл. 5) повышалась с увеличением возраста, при наличии ХОБЛ, дыхательной недостаточности II степени, ИБС, ХСН III ФК. Вероятность выявления сниженного СРТП также повышалось увеличение ГТР выше 20 мм рт.ст., ЛАД_{ср} выше 25 мм рт.ст. и СДЛА выше 30 мм рт.ст.

При построении модели множественной линейной регрессии, в которую включили такие признаки, как воз-

раст, наличие ХОБЛ, ДН II степени, ИБС, увеличение ЛАД_{ср} выше 25 мм рт.ст., увеличение ГТР выше 20 мм рт.ст., а СДЛА выше 30 мм рт.ст., выявлено, что независимое влияние на снижение СРТП оказывали только два фактора: наличие ДН II степени (риск выявления возрастал в 2,1 раза) и увеличение ЛАД_{ср} выше 25 мм рт.ст. (риск выявления возрастал в 2 раза).

Обсуждение

В настоящем исследовании показано, что у больных с хронической патологией легких без признаков ЛГ выявляются структурные изменения правых отделов сердца и снижение скорости распространения раннего диастолического потока наполнения ПЖ, отражающего его диастолическую дисфункцию (ДД). Развитие ЛГ у этих больных сопровождалось дальнейшим прогрессированием структурных изменений, снижением СРТП и возрастанием индекса Теи ПЖ.

Обращает внимание, что из всех изученных показателей диастолической функции ПЖ только СРТП достоверно различалась между тремя группами обследованных. При этом показатель E₁/A₁ во всех группах находился в

Таблица 4. Показатели спектральной тканевой доплерометрии в группах обследованных

Показатель	Группа сравнения (1-я группа, n=103)	Больные без ЛГ (2-я группа, n=124)	Больные с ЛГ (3-я группа, n=138)	p
e' _r , см/с	13,0 (10,3; 15)	11,6 (9,5; 14)	11,2 (9,0; 13,1)*	0,0022
a' _r , см/с	16,0 (13,8; 18,6)	15,6 (13,1; 19,0)	14,4 (11,0; 16,8)*	0,0005
e' _r /a' _r	0,75 (0,63; 0,90)	0,72 (0,61; 0,88)	0,8 (0,63; 1,0)	0,21
s' _r , см/с	14,25 (12,3; 17,0)	14,0 (11,6; 17,2)	14,0 (11,2; 16,0)	0,15
Индекс Тси	0,31 (0,27; 0,37)	0,47 (0,375; 0,536)	0,62 (0,46; 0,84)***	0,00001
E/e'	4,04 (3,35; 5,07)	4,07 (3,37; 5,0)	4,2 (3,3; 5,3)	0,58

Примечание. e'_r, a'_r, e'_r/a'_r — скорости раннего и позднего диастолических движений кольца трикуспидального клапана и их отношение; s'_r — скорость систолического движения дистальной части стенки ПЖ; E/e' — отношение скорости потока раннего наполнения ПЖ к скорости раннего диастолического движения кольца трикуспидального клапана.

Таблица 5. Анализ факторов, влияющих на СРТП менее 32 см/с при логистическом регрессионном анализе

Показатель	ОШ (95% ДИ)	p
Однофакторный анализ		
Возраст	1,03 (от 1,005 до 1,06)	0,02
ХОБЛ	1,93 (от 1,15 до 3,25)	0,012
ДН II степени	3,39 (от 1,99 до 5,79)	0,00001
ИБС	2,27 (от 1,27 до 1,28)	0,0046
ХСН III ФК	3,53 (от 1,49 до 8,34)	0,0038
ЛАД _{ср} выше 25 мм рт.ст.	3,36 (от 2,26 до 5,59)	0,000001
ГДПП выше 20 мм рт.ст.	3,10 (от 1,80 до 5,34)	0,00004
СДЛА выше 30 мм рт.ст.	3,81 (от 2,23 до 6,52)	0,000001
Многофакторный анализ		
ДН II степени	2,1 (от 1,089 до 4,079)	0,026
ЛАД _{ср} выше 25 мм рт.ст.	2,0 (от 1,013 до 3,95)	0,044

Примечание. ОШ — отношение шансов; ДИ — доверительный интервал.

пределах нормы (>1,0). Действительно, использование этого отношения для оценки диастолической функции ПЖ малоинформативно из-за влияния на него условий нагрузки [12]. Как следствие, при многих патологических состояниях, а также при возрастном ухудшении диастолической функции ПЖ этот параметр оказывается неинформативным, что еще раз подтверждено в настоящем исследовании. Поэтому наиболее часто используется оценка скорости движений кольца трикуспидального клапана в раннюю и позднюю диастолу в доплеровском тканевом режиме [2, 13]. В проведенных ранее исследованиях показано снижение этого параметра у больных с развитием ЛГ как вследствие поражения левых отделов сердца [7], так и у больных с заболеваниями легких [5] и при идиопатической ЛГ [6]. Однако в настоящем исследовании данный показатель (отношение e'_r/a'_r) оказался снижен уже у обследованных в группе сравнения и в группах больных с патологией легких не происходило дальнейшего его снижения. Объяснение этого видится в возрастном составе обследованных (средний возраст 64,6 года). По данным P. Inpelli и соавт. [14], снижение e'_r/a'_r меньше 1 у здоровых людей наблюдалось с 50-летнего возраста, что объясняется закономерным снижением эластичности миокарда в

результате накопления коллагена в интерстициальной ткани и возрастным повышением СДЛА. По результатам наших неопубликованных исследований, у здоровых лиц в возрастной группе 50–59 лет медиана значений этого отношения составила 0,85, у лиц 60–69 лет — 0,8, что согласуется с полученными в настоящей работе данными.

Следует отметить, что у больных с патологией легких без ЛГ уже выявлялись структурные изменения правых отделов (утолщение стенки ПЖ, увеличение его размеров, дилатация ПП). На первый взгляд, это неожиданно, поскольку считается, что структурные изменения правых отделов сердца развиваются в ответ на повышение давления в ЛА [1]. Можно предположить, что связь между развитием структурных изменений правых отделов сердца и хронической патологии легких носит более сложный характер. Во-первых, повышение давления в ЛА могло происходить не только в покое, но и при физических нагрузках [15], что мы не оценивали. Мы не могли проводить постоянный мониторинг давления в ЛА и полостях сердца, и у ряда пациентов с начальными проявлениями ЛГ последняя не была диагностирована. Во-вторых, не только гипоксия вносит вклад в развитие легочного сердца. Активация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы при ХОБЛ является едва ли не самой главной причиной развития фиброза и гипертрофии ПЖ, что возможно и без возникновения ЛГ. Кроме того, сердце служит мишенью для медиаторов системного воспаления при ХОБЛ [16]. Можно предположить, что ремоделирование правых отделов сердца происходит не только как следствие увеличения посленагрузки, а одновременно с перестройкой сосудов малого круга или раньше. Наличие признаков ремоделирования правых отделов сердца у больных ХОБЛ уже на ранних стадиях подтверждено и в недавно опубликованной работе [16], в которой их структурные характеристики сопоставимы с полученными в настоящем исследовании. Кроме того, у больных с нетяжелой ХОБЛ структурные изменения правых отделов сердца выявляются при ЭхоКГ и коррелируют с уменьшением расстояния, пройденного в тесте с 6-минутной ходьбой (ТШХ), независимо от функции легких [17].

До настоящего времени СРТП в цветовом доплеровском М-режиме изучалась только в отдельных исследованиях [10]. Недавние работы нашей научной группы, однако, показали, что в ряде клинических ситуаций показатель СРТП отражает нарушения диастолического наполнения ПЖ более точно, чем параметры с использованием тканевого доплеровского режима. Так, у больных с

хронической патологией легких увеличение степени ЛГ сопровождается прогрессивным снижением скорости распространения раннего диастолического транстрикуспидального потока. Другие неопубликованные ранее нами показатели диастолической функции ПЖ — отношение скоростей транстрикуспидальных потоков E/A_1 и отношение скоростей движения кольца трикуспидального клапана в раннюю и позднюю диастолу e'/a'_1 не менялись при повышении уровня ЛГ.

Почему в данном случае показатель СРТП более информативен? По-видимому, имеет значение то, что по данным магнитно-резонансной томографии [18] с возрастом наблюдается преобладание вращательного движения миокарда над продольным. Поэтому у больных старших возрастных групп методики оценки диастолической функции ПЖ по продольным движениям кольца трикуспидального клапана с помощью тканевой доплерометрии могут оказаться неинформативными, что собственно показано в настоящем исследовании. В свою очередь метод комбинированного цветового М-модального исследования скорости распространения потока наполнения отражает такой компонент диастолического наполнения ПЖ, как диастолическое «присасывание», который определяется собственно состоянием ПЖ и не зависит от вклада ПП. При этом сила этого «присасывания» зависит как от снижения эластичности желудочка в раннюю диастолу, так и от степени опустошения ПЖ (т.е. его конечного систолического объема) [19]. Наличие отрицательного давления в полости ПЖ и наличие ГДПП в раннюю диастолу подтверждено в экспериментальных исследованиях с использованием микрокатетеров. Возможности неинвазивной оценки данного градиента с помощью использования цветового доплеровского картирования (ЦДК) потока наполнения показана в работе [10], отмечена тесная корреляция ($r=0,88$) между значениями ГДПЖ, полученными инвазивно, и с помощью ЦДК потока его наполнения. В клинических условиях более удобна оценка в этом же цветовом доплеровском М-режиме не градиента давления в раннюю диастолу, а скорости распространения потока наполнения ПЖ. Так, у больных с системной красной волчанкой ЛГ сопровождалась снижением СРТП, отмечена высокая степень корреляции СРТП и расстояния, пройденного в ТШХ ($r=0,748$; $p<0,001$). Кроме того, частота повторных госпитализаций в течение

года была выше у пациентов с низкой СРТП [20]. У больных острым инфарктом миокарда (ИМ) выявлено существенное снижение СРТП при передней локализации инфаркта ($36,0\pm 8,0$ см/с) по сравнению с таковой у пациентов с нижним ИМ ($50,0\pm 14,0$; $p<0,012$) [21]. Исследование нашей группы по возрастной динамике этого показателя у здоровых лиц показали, что он прогрессивно снижался с возрастом (с $49,2\pm 1,6$ см/с у подростков до $36,8\pm 1,5$ см/с у лиц старше 70 лет), отражая возрастное снижение диастолической функции ПЖ. Значения СРТП свидетельствуют о наличии ДД ПЖ уже в группе больных с патологией легких без признаков ЛГ, которая затем продолжает ухудшаться при нарастании уровня давления в ЛА.

То, что различные показатели ДД ПЖ неодинаково меняются у больных с хронической патологией легких при наличии либо в отсутствие признаков ЛГ, имеет несомненное клиническое значение. Это делает обоснованным использование СРТП наряду с другими маркерами для оценки ДД ПЖ как для выявления ее ранних стадий [22], так и для оценки течения заболеваний [23] и эффективности проводимой терапии [24]. Насколько оценка СРТП может быть полезна в других клинических ситуациях, когда выявляется ДД ПЖ (у больных острым ИМ [25], в начальных стадиях АГ [26, 27]), еще предстоит исследовать.

Заключение

У больных с хронической патологией легких даже без развития ЛГ отмечается снижение показателя диастолической функции ПЖ — скорости распространения раннего диастолического транстрикуспидального потока наряду с увеличением размеров правых отделов сердца. Другой показатель диастолической функции ПЖ — отношение скоростей движения кольца трикуспидального клапана в раннюю и позднюю диастолу e'/a'_1 существенно не различалось в группах, снижение последнего показателя во всех группах свидетельствовало о наличии ДД ПЖ, по-видимому, за счет возрастных изменений. Таким образом, у больных с патологией легких независимо от наличия ЛГ целесообразно проводить комплексную оценку диастолической функции ПЖ.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

- Полякова О.В., Арабидзе Г.Г. *Хроническое легочное сердце: классификация, клиника, диагностика, лечение*. Часть I. Кардиосоматика. 2011;1:81-86.
- Rudski LG, Lai CWW, 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.
- Mertens LL, Friedberg MK. Imaging the right ventricle-current state of the art. *Nat Rev Cardiol*. 2010;7(10):551-563.
- Le Tourneau T, Piriou N, Donal E, et al. Imaging and modern assessment of the right ventricle. *Minerva Cardioangiol*. 2011;59(4):349-374.
- Nowak J, Jastrzebski D, Streb W, et al. Right ventricular function in patients with severe interstitial lung disease: a Tissue Doppler imaging study. *J Physiol Pharmacol*. 2008;59(Suppl.6):531-538.
- Ghio S, Klersy C, Magrini G, et al. Prognostic relevance of the echocardiographic assessment of right ventricular function in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Int J Cardiol*. 2010;140(3):272-278.

7. 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.
8. Gaynor SL, Maniar HS, Bloch JB, et al. Right atrial and ventricular adaptation to chronic right ventricular pressure overload. *Circulation*. 2005;112(9,Suppl.):I212-I218.
9. 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.
10. Cortina C, Bermejo J, Yotti R, et al. Noninvasive Assessment of the Right Ventricular Filling Pressure Gradient. *Circulation*. 2007;116:1015-1023.
11. Фейгенбаум Х. *Эхокардиография*; под ред. В.В. Митькова, М. Видар; пер. с англ. 5-е изд. М., 1999
12. Mandysová E, Niederle P. Influence of load changes on tricuspid inflow. *Physiol Res*. 2007;56(3):299-305.
13. Андреева Ю.А., Саидова М.А., Мартынюк Т. В. И др. Тканевая миокардиальная доплер-эхокардиография в оценке функционального состояния правого желудочка у больных легочной гипертензией различной этиологии. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2010;2:27-36.
14. 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.
15. Whyte K, Hoette S, Herve P, et al. The association between resting and mild-to-moderate exercise pulmonary artery pressure. *Eur Respir J*. 2012;39(2):313-318.
16. Горелик И.Л., Калманова Е.Н., Айсанов З.Р., Чучалин А.Г. Диагностика ранних признаков ремоделирования сердца у пациентов с ХОБЛ. *Практическая медицина*. 2011;51:72-77.
17. Cuttica MJ, Shah SJ, Rosenberg SR, et al. Right heart structural changes are independently associated with exercise capacity in non-severe COPD. *PLoS One*. 2011;6(12):e29069.
18. Lindqvist P, Waldenström A, Henein M, Mörmér S, Kazzam E. Regional and global right ventricular function in healthy individuals aged 20–90 years: a pulsed Doppler tissue imaging study: Umeå General Population Heart Study. *Echocardiography*. 2005;22(4):305-314.
19. Sun Y, Belenkie I, Wang JJ, Tyberg JV. Assessment of right ventricular diastolic suction in dogs with the use of wave intensity analysis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2006;291(6):H3114-H3121.
20. 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. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2009;411-416.
21. Enar S, Ozkan AA, Pehlivanoglu S, Enar R. The relationship between QT dispersion and left and right ventricular diastolic dysfunction in patients with myocardial infarction. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2001;1(4):266-271.
22. Tugcu A, Guzel D, Yildirimturk O, Aytekin S. Evaluation of right ventricular systolic and diastolic function in patients with newly diagnosed obstructive sleep apnea syndrome without hypertension. *Cardiology*. 2009;113(3):184-192.
23. Rydman R, Söderberg M, Larsen F, Caidahl K, Alam M. Echocardiographic evaluation of right ventricular function in patients with acute pulmonary embolism: a study using tricuspid annular motion. *Echocardiography*. 2010;27(3):286-293.
24. Duygu H, Ozerkan F, Zoghi M, Nalbantgil S, Yildiz A, Akilli A, Akin M, Nazli C, Ergene O. Effect of levosimendan on right ventricular systolic and diastolic functions in patients with ischaemic heart failure. *Int J Clin Pract*. 2008;62(2):228-233.
25. Witt N, Alam M, Svensson L, Samad BA. Tricuspid annular velocity assessed by doppler tissue imaging as a marker of right ventricular involvement in the acute and late phase after a first ST elevation myocardial infarction. *Echocardiography*. 2010;27(2):139-145.
26. Pedrinelli R, Canale ML, Giannini C, Talini E, Penno G, Dell’Omo G, Di Bello V. Right ventricular dysfunction in early systemic hypertension: a tissue Doppler imaging study in patients with high-normal and mildly increased arterial blood pressure. *Journal of Hypertension*. 2010;28(3):615-621.
27. Todiere G, Neglia D, Ghione S, Fommei E, Capozza P, Guarini G, Dell’omo G, Aquaro GD, Marzilli M, Lombardi M, Camici P, Pedrinelli R. Right ventricular remodelling in systemic hypertension: a cardiac MRI study. *Heart*. 2011;97(15):1257-1261.

Поступила 14.03.2016