

С.Ю. Бартош-Зеленая<sup>1</sup>, И.А. Евсикова<sup>1,2</sup>, В.И. Новиков<sup>1</sup>,  
Т.В. Найден<sup>1</sup>, О.П. Мамаева<sup>2</sup>, С.Г. Щербак<sup>2</sup>

## Структурно-функциональная характеристика правых камер сердца у молодых лиц, страдающих саркоидозом легких

<sup>1</sup>Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург  
<sup>2</sup>Городская больница № 40, Санкт-Петербург

**Резюме.** Рассмотрены возможности оценки правых камер сердца и расчетного систолического давления в легочной артерии в покое и на фоне физической нагрузки на ранних стадиях саркоидоза легких при отсутствии клинических проявлений и явных жалоб пациентов. Установлено, что наиболее опасным состоянием при саркоидозе легких может быть прогрессирование заболевания с формированием фиброза легочной ткани и поражением сердца. Помимо первичного вовлечения сердца, которое в клинической практике наблюдается реже, встречается поражение сердца в виде перегрузки правых камер с развитием легочной гипертензии. На ранних стадиях заболевания, как правило, мало внимания уделяется обследованию сердца у пациентов, страдающих саркоидозом, из-за отсутствия клинических проявлений и жалоб, поэтому важным остается выполнение ранних диагностических мероприятий с целью предотвращения развития патологического процесса и коррекции лечения. Согласно Федеральным клиническим рекомендациям по диагностике и лечению саркоидоза (2016), эхокардиография не входит в обязательный перечень обследования пациентов, страдающих саркоидозом легких, и назначается на усмотрение лечащего врача. Существует незначительное количество работ как в отечественной, так и в зарубежной литературе по оценке правых камер сердца у пациентов, страдающих саркоидозом легких, с использованием современных эхокардиографических методик, таких как глобальная продольная деформация правого желудочка и фракция выброса в 3D-режиме. Одной из перспективных методик является определение глобальной продольной деформации миокарда, снижение которой может служить ранним предиктором дисфункции миокарда.

**Ключевые слова:** саркоидоз легких, внутригрудные лимфатические узлы, эхокардиография, правые камеры сердца, 2D- и 3D-режимы, систолическое и среднее давление в легочной артерии, фракция выброса правого желудочка, нагрузочные пробы, глобальная продольная деформация правого желудочка.

**Введение.** При современном уровне развития диагностической аппаратуры сложностей в диагностике выявления саркоидоза не возникает, однако помимо заболевания легких и внутригрудных лимфатических узлов (ВГЛУ) у пациентов отмечается поражение сердца, которое может быть как первичным, вследствие поражения самого миокарда и структур сердца саркоидозными гранулемами, так и вторичным за счет сдавливания легочной артерии ВГЛУ и фибрирования стенки сосудов легких. Кроме того, сердце при саркоидозе может вовлекаться в патологический процесс вследствие поражения легких с развитием легочной гипертензии (ЛГ) и формированием легочного сердца. По данным А.Г. Чучалина и др. [4], D.H. Bernie et al. [5], в том числе на основании аутопсий, частота встречаемости гранулем в сердце составляет от 5 до 25%, тогда как вторичное поражение сердца при саркоидозе (за счет ЛГ) встречается с большей вероятностью [2].

Эхокардиография (ЭхоКГ) является одной из самых распространенных неинвазивных методик обследования сердца. В большинстве исследований эхокардиография у пациентов, страдающих саркоидозом легких, выполнялась только в покое. На данный момент все более доступным становится углубленное исследование сердца как в состоянии покоя, так и на фоне физической нагрузки (ФН) с помощью стресс-

ЭхоКГ-пробы для выявления изменений в сердце, отсутствующих в покое, т. е. в условиях активной жизнедеятельности человека с целью предупреждения осложнений, оценки прогноза для жизни и трудовой деятельности. Так, по данным A. van Riel et al. [12], исследовавших изменения давления в легочной артерии у здоровых лиц на пике ФН, систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) нарастало в среднем на  $15,3 \pm 12,6$  мм рт. ст., а среднее давление в легочной артерии (СрДЛА) – на  $10 \pm 8,1$  мм рт. ст., причем значения СрДЛА сильнее коррелировали с истинными значениями давления в легочной артерии, полученными при катетеризации сердца. Пороговые значения для рассматриваемых показателей составили: СДЛА  $\geq 34$  мм рт. ст., СрДЛА  $\geq 21$  мм рт. ст.,  $\Delta$ СрДЛА  $\geq 10$  мм рт. ст. с большей чувствительностью и специфичностью при определении СрДЛА (82 и 36% для СДЛА; 91 и 55% для СрДЛА соответственно). Однако при учете динамики изменения давления в легочной артерии на каждые 10 Вт нагрузки чувствительность обоих показателей была сравнимой и составила 91% при пограничном значении СДЛА  $\geq 1,9$  мм рт. ст. и СрДЛА  $\geq 1,4$  мм рт. ст. соответственно.

**Цель исследования.** Оценить показатели правых камер сердца и давления в легочной артерии у лиц молодого возраста, страдающих саркоидозом легких I–II

стадий, в покое и на фоне физической нагрузки и сопоставить с аналогичными показателями здоровых лиц.

**Материалы и методы.** Обследованы 99 человек в возрасте 25–44 лет, из них 66 человек (42 мужчины и 24 женщины), страдающих саркоидозом легких I–II ст., составили основную группу (ОГ); 33 здоровых, некурящих человека (24 мужчины и 9 женщин) – контрольную группу (КГ). Критерием включения в ОГ являлось наличие гистологически подтвержденного саркоидоза легких при отсутствии патологии по другим органам и системам, не связанной с саркоидозным процессом.

ЭхоКГ-исследования проводились на аппарате «Vivid E9» компании «General Electric» (Соединенные Штаты Америки – США) с использованием «секторного» датчика с частотой 1,7–4,6 МГц, при измерении фракции выброса (ФВ) в 3D-режиме использовался «секторальный объемный» датчик с частотой 1,5–4 МГц.

Нагрузочные пробы выполнялись с помощью стресс-системы «Cardiosoft» на горизонтальном велоэргометре «e-Bike» фирмы «General Electric» (США). Пациенты КГ и ОГ обследовались по общему протоколу начиная с мощности нагрузки, составляющей 50 Вт, и с увеличением нагрузки на 25 Вт каждые 2 мин. Критериями завершения пробы для всех обследуемых являлось достижение субмаксимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС) при отсутствии жалоб пациента и появления патологических изменений по данным электрокардиограммы (ЭКГ), ЭхоКГ и патологического повышения артериального давления (АД). Субмаксимальная ЧСС рассчитывалась индивидуально в зависимости от возраста, массы тела и роста обследуемого.

В соответствии с рекомендациями Американской ассоциации эхокардиографии (ASE) и Европейской ассоциации сердечно-сосудистой визуализации (EACVI, 2015) [10], в покое оценивались следующие показатели правых камер сердца: выходной тракт правого желудочка (ПЖ) на дистальном и проксимальном уровнях (ВТПЖ<sub>1</sub> и ВТПЖ<sub>2</sub>), размер ПЖ на базальном уровне в апикальном четырехкамерном сечении (ПЖб), толщина свободной стенки правого желудочка (сПЖ), конечно-диастолический объем ПЖ в 3D-режиме (КДО ПЖ 3D), конечно-систолический объем ПЖ в 3D-режиме (КСО ПЖ 3D), ФВ ПЖ в 3D-режиме (ФВ ПЖ 3D), глобальная продольная деформация правого желудочка (GLS ПЖ), систолическая скорость экскурсии трикуспидального кольца (S'тк), индекс объема правого предсердия (иОПП), амплитуда систолической экскурсии трикуспидального кольца в М-режиме (TAPSE), расчетное систолическое давление в легочной артерии (СДЛА). Определение СДЛА осуществлялось согласно рекомендациям ASE, Европейской ассоциации по эхокардиографии (EAE) и Канадского общества по эхокардиографии (CSE, 2010) с помощью измерения скорости струи трикуспидальной регургитации и давления в ПП по формуле:  $СДЛА = rTP + P_{пп}$ , где  $P_{пп}$  – давление в ПП в мм рт. ст.;  $rTP$  – максимальный градиент давления скорости струи TP [3]. Нормальным считали значение СДЛА в покое до 36 мм рт. ст. согласно рекомендациям Европейской ассоциации кардиологов и

Европейской респираторной ассоциации (ESC/ERS, 2016) [7]. Расчет среднего давления в легочной артерии в покое и на пике ФН производился по формуле:  $СрДЛА = 0,61 \times СДЛА + 2$  мм рт. ст. (ESC/ERS, 2009).

На фоне ФН проводился анализ следующих показателей: GLS ПЖ, S'тк, TAPSE и СрДЛА, СДЛА.

Обработка полученных в ходе исследования данных проведена с помощью пакета программ статистического анализа информации Statistica 10.0. Параметры для переменных с нормальным распределением описаны в виде среднеарифметической средней и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Нормальность распределения оценивали по критерию Shapiro – Wilk's. Для сравнения количественных параметров использовался критерий Mann – Whitney. Корреляционный анализ оценивали с помощью критерия Spearman. Уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным менее 0,05.

**Результаты и их обсуждение.** Различий по показателям ВТПЖ<sub>1</sub>, ВТПЖ<sub>2</sub> и ОПП в группах не выявлено. Толщина свободной стенки ПЖ в ОГ была больше, чем в КГ ( $3,6 \pm 0,86$  и  $4,17 \pm 1,05$  мм соответственно;  $p = 0,01$ ), однако значения не выходили за пределы нормы, представленные в рекомендациях ASE/EACVI (2015). Размеры ПЖ на базальном уровне в ОГ в состоянии покоя были выше, чем в КГ ( $34,98 \pm 4,2$  и  $32,12 \pm 4,48$  мм соответственно;  $p = 0,007$ ), таблица 1.

ФВ ПЖ в 3D-режиме, как и КДО и КСО ПЖ в покое в группах статистически не различалась, и её значения были в пределах нормы, представленной в рекомендациях ASE/EACVI (2015), т. е. ФВ ПЖ составляла не менее 45% (рис 1).

Исходя из полученных результатов, очевидно, что глобальная продольная деформация ПЖ в КГ и ОГ как в покое, так и на фоне ФН находятся в пределах нормальных значений ( $> -20\%$ ) согласно ASE/EACVI, 2015. В состоянии покоя статистических различий по данному показателю между группами не выявлено ( $p = 0,27$ ). Показатели GLS ПЖ у пациентов, страдающих саркоидозом, на фоне нагрузки снижаются (табл. 2; рис. 2, 3) в отличие от здоровых лиц, у которых отмечается увеличение глобальной продольной деформации ПЖ (от  $-24,1 \pm 2,7$  до  $-25,1 \pm 3$ ;  $p = 0,002$ ). Важным является

Таблица 1  
Средние значения показателей правых камер сердца в группах в покое,  $M \pm SD$

Показатель	КГ	ОГ	p
ВТПЖ <sub>1</sub> , мм	29,8±4,28	30,67±4,38	нз
ВТПЖ <sub>2</sub> , мм	20,73±3,39	21,23±3,27	нз
ПЖб, мм	32,12±4,48	34,98±4,2	0,005
сПЖ, мм	3,6±0,86	4,17±1,05	0,01
иОПП, мл/м <sup>2</sup>	22±6,03	23,5±7	нз
КДО ПЖ 3D, мл	48,15±12,58	42,39±7,83	нз
КСО ПЖ 3D, мл	22,51±6,38	20,49±4,03	нз
ФВ ПЖ 3D, %	52,21±3,62	49,75±7,47	нз

**Примечание:** нз – различия статистически незначимы,  $p > 0,05$ .

тот факт, что, несмотря на отсутствие различий в группах по GLS ПЖ в покое, на высоте нагрузки отмечается статистически значимое снижение GLS ПЖ у пациентов, страдающих саркоидозом легких ( $p=0,00001$ ).

При анализе дополнительных показателей систолической функции ПЖ значимых различий  $S'tk$  в покое и на фоне ФН не выявлено. При этом  $S'tk$  и TAPSE в обеих группах закономерно возрастают на фоне нагрузки.

Расчетное СДЛА в покое у пациентов, страдающих саркоидозом, оказалось несколько выше, чем у здоровых лиц ( $28,5 \pm 8,3$  и  $24,8 \pm 5,21$  мм рт. ст.;  $p=0,03$ ), однако, согласно рекомендациям (ESC/ERS, 2016), эти значения не выходили за пределы нормы. На фоне ФН СДЛА у пациентов, страдающих саркоидозом, увеличивалось в большей степени, чем в КГ (см. табл. 2). В КГ в покое верхний квартиль СДЛА составляет 29 мм рт. ст., на фоне ФН – 38 мм рт. ст. В ОГ эти показатели значительно выше: значение верхнего квартиля для СДЛА в покое 35 мм рт. ст., на фоне ФН – 62 мм рт. ст. Таким образом, с учетом верхнего квартиля КГ СДЛА было превышено у пациентов, страдающих саркоидозом легких, в 79% случаев.

Верхний квартиль СрДЛА на фоне ФН у здоровых лиц составил 25,2 мм рт. ст. и был превышен в основной группе в 79% случаев (по аналогии с СДЛА). По данным G. Kovacs [9], предложено диагностировать стресс-индуцированную легочную гипертензию при превышении показателя СрДЛА  $>30$  мм рт. ст. Учитывая эти данные, увеличение СрДЛА  $>30$  мм рт. ст. выявлено у 48 % молодых лиц, страдающих саркоидозом. Таким образом, размеры ПЖ на базальном уровне значимо различаются между обследуемыми ОГ и КГ, однако они не выходят за границы нормы согласно рекомендациям ASE/EACVI (2015) [10]. При этом толщина свободной стенки ПЖ несколько больше у пациентов, страдающих саркоидозом легких, что может свидетельствовать о начальных признаках гипертрофии ПЖ вследствие нагрузки давлением на ПЖ.

Известно, что достоверным параметром сократимости ПЖ является определение ФВ в 3D-режиме [10, 11]. Однако показатели ФВ у здоровых лиц и пациентов, страдающих саркоидозом, в покое не различались. Достоверного различия показателей GLS ПЖ в КГ и ОГ в покое также не выявлено, их значения нахо-

дились в пределах нормы. В отличие от здоровых лиц, где GLS ПЖ на фоне нагрузки возрастала в среднем на 5%, у пациентов, страдающих саркоидозом, отмечалось снижение GLS ПЖ на 7% при стресс-ЭхоКГ. Учитывая полученные данные, необходимо определять GLS на фоне ФН в качестве возможного раннего предиктора снижения систолической функции ПЖ при саркоидозе, т. е. до возникновения клинических симптомов и изменения ЭхоКГ-показателей в покое.

Также установлено, что у пациентов, страдающих саркоидозом легких, СДЛА и СрДЛА в состоянии покоя значимо не отличались от КГ, однако на фоне ФН нарастают до патологических значений по сравнению со здоровыми лицами (рис. 4), у которых данный показатель незначительно увеличивался, но оставался в пределах нормальных значений. Среднее значение СДЛА в покое в КГ составило  $24,8 \pm 5,2$  мм рт. ст. (верхний квартиль – 29 мм рт. ст.), в то время как на фоне ФН давление в легочной артерии составило  $32,9 \pm 10,1$  (верхний квартиль – 38 мм рт. ст.). С учётом полученных данных у 38% обследуемых ОГ выявлено повышение давления в легочной артерии в покое и у 79% – на фоне ФН, что превышает верхний квартиль КГ.

На основании полученных результатов (значимое повышение давления в легочной артерии на фоне ФН) и отсутствия клинических проявлений (жалоб на одышку у пациентов ОГ) обоснованным является измерение давления в легочной артерии (СрДЛА, СДЛА) при нагрузочных пробах всем пациентам, страдающим саркоидозом легких, на ранних стадиях для исключения возможной субклинической легочной гипертензии.

### Выводы

1. Общепринятые показатели исследования (ВТПЖ<sub>1</sub>, ВТПЖ<sub>2</sub>, ПЖб, сПЖ,  $S'tk$ , иОПП, TAPSE) не способствуют получению дополнительной информации о состоянии правых камер сердца у молодых пациентов, страдающих саркоидозом легких I–II стадий, и не могут полноценно отображать функцию ПЖ. Данные рекомендованного экспертами ASE/EACVI (2015) определения ФВ ПЖ в 3D-режиме в покое также достоверно не различались в группах, что свидетельствует в пользу отсутствия значимых нару-

Таблица 2

Сравнительная характеристика эхокардиографических показателей в группах в покое и при физической нагрузке,  $M \pm SD$

Показатель	КГ		$p^1$	ОГ		$p^2$	$p^3$ покой	$p^4$ ФН
	покой	ФН		покой	ФН			
GLS ПЖ, %	$-24,1 \pm 2,7$	$-25,1 \pm 3$	0,002	$-22,8 \pm 3,4$	$-21,2 \pm 4,7$	0,004	нз	0,00001
$S'tk$ , м/с	$0,15 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,04$	$<0,0001$	$0,15 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,03$	$<0,0001$	нз	нз
TAPSE, мм	$25,4 \pm 3,9$	$31,1 \pm 4,7$	$<0,0001$	$24,3 \pm 4,7$	$29 \pm 5,5$	$<0,0001$	нз	нз
СДЛА, мм рт. ст.	$24,8 \pm 5,2$	$32,9 \pm 10,1$	0,0008	$28,5 \pm 8,3$	$48,4 \pm 14,4$	$<0,0001$	0,03	$<0,0001$
СрДЛА, мм рт. ст.	$17,1 \pm 5,2$	$22,1 \pm 8,2$	0,0008	$19,4 \pm 7,1$	$31,5 \pm 10,8$	$<0,0001$	0,03	$<0,0001$

**Примечание:**  $p^1$  – различие между показателями в покое и на фоне ФН в КГ;  $p^2$  – различие между показателями в покое и на фоне ФН в ОГ;  $p^3$  – различие между показателями КГ и ОГ в покое;  $p^4$  – различие между показателями КГ и ОГ, на фоне ФН,  $p < 0,05$ ; нз – различие статистически незначимо,  $p > 0,05$ .

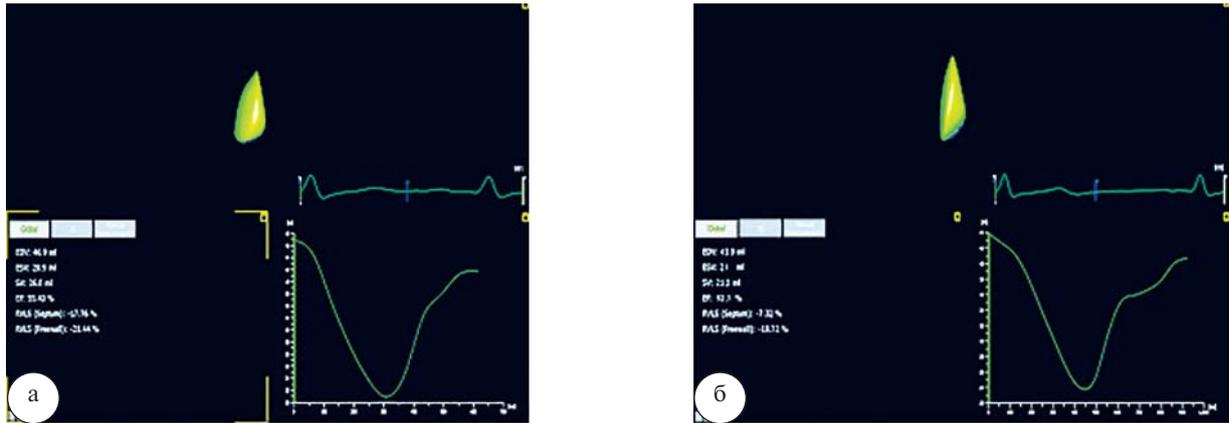


Рис. 1. Результаты ЭхоКГ здорового мужчины 35 лет в покое (а): ФВ ПЖ в 3D-режиме=55,4%; пациента К. 35 лет, страдающего саркоидозом легких II стадии, в покое (б): ФВ ПЖ в 3D-режиме=52,1%

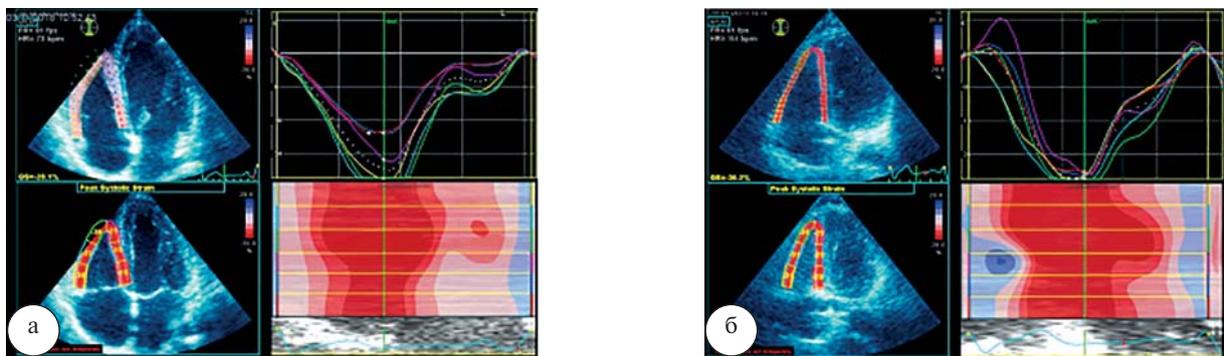


Рис. 2. Результаты стресс-ЭхоКГ здорового мужчины 37 лет: а – в покое (GLS ПЖ= -28,1%); б – на фоне ФН (GLS ПЖ= -30,2%)

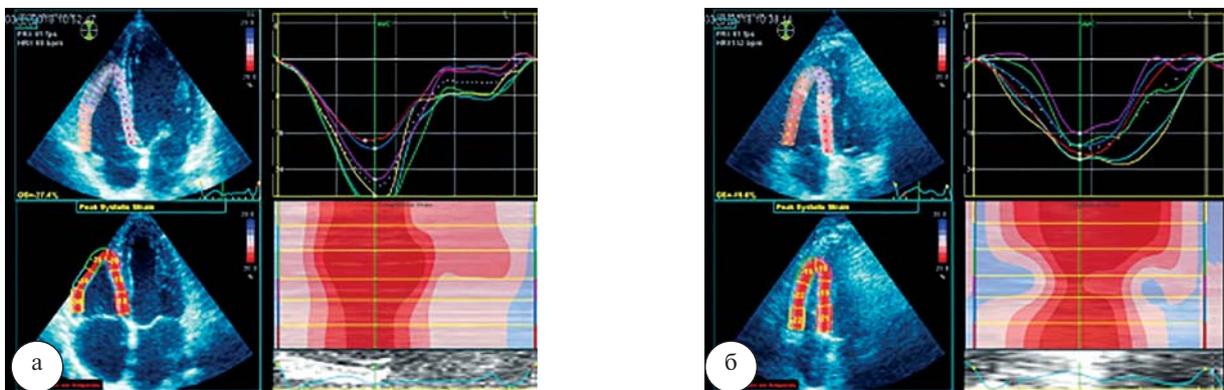


Рис. 3. Результаты стресс-ЭхоКГ пациента Л. 37 лет, страдающего саркоидозом легких II стадии: а – в покое (GLS ПЖ= -27,4%); б – на фоне ФН (GLS ПЖ= -19,6%)



Рис. 4. Показатели СДЛА в покое и на фоне ФН в группах

шений глобальной сократимости ПЖ у молодых лиц, страдающих саркоидозом легких, на ранних стадиях.

2. В отличие от здоровых лиц, у пациентов, страдающих саркоидозом, выявлено снижение глобальной продольной деформации ПЖ при ФН на 7%, что может свидетельствовать о ранних нарушениях сократительной функции ПЖ, которые трудно верифицировать при выполнении обычной ЭхоКГ, вследствие чего обособленным является использование нагрузочных проб.

3. У пациентов, страдающих саркоидозом легких, повышаются СДЛА и СрДЛА, в связи с чем при ЭхоКГ необходимо определять давление в легочной артерии, в том числе на фоне ФН, при которой давление в легочной артерии возрастает в 79% случаев до патологических значений, по сравнению со здоровыми лицами, у которых данный показатель при нагрузке незначительно повышается. Все это подтверждает наличие субклинической легочной гипертензии у пациентов, страдающих саркоидозом легких, уже на ранних стадиях заболевания.

4. Использование ЭхоКГ, в том числе стресс-ЭхоКГ-пробы, является доступной методикой в клинической практике, которая может способствовать выявлению ранней дисфункции миокарда и «скрытой» легочной гипертензии (с помощью определения GLS ПЖ и СДЛА, СрДЛА) и которую следует включать в перечень обязательного алгоритма обследования молодых пациентов, страдающих саркоидозом легких I–II стадий.

#### Литература

- Алехин, М.Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение / М.Н. Алехин. – М.: Издательский дом Видар, 2012. – 86 с.
- Баранова, О.П. Легочная гипертензия при саркоидозе органов дыхания / О.П. Баранова [и др.] // Медицинский совет. – 2014. – № 4. – С. 12–16.
- Неклюдова, Г.В. Эхокардиография при легочной гипертензии / Г.В. Неклюдова, Ж.К. Науменко // Практическая пульмонология. – 2015. – № 2. – С. 48–56.
- Чучалин, А.Г. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению саркоидоза / А.Г. Чучалин [и др.]. – 2016. – 21с.
- Birnie, D.H. Cardiac Sarcoidosis / D.H. Birnie [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2016. – Vol. 68 (4). – P. 411–421.
- Galderisi, M. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging / M. Galderisi [et al.] // European Heart Journal – Cardiovascular Imaging. – 2017. – Vol. 18. – P. 1301–1310.
- Galie, N. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension / N. Galie [et al.] // European Heart Journal. – 2016. – Vol. 37. – P. 67–119.
- Guazzi, M.F. Cardiopulmonary Exercise Testing: What Is its Value? / M.F. Guazzi // Journal of American College of Cardiology. – 2018. – 70 (13) – P. 1618–1636.
- Kovacs, G. An official European Respiratory Society statement: pulmonary haemodynamics during exercise / G. Kovacs [et al.] // European Respiratory Journal. – 2017. – Vol. 50. – P. 18.
- Lang, R.M. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American society of echocardiography and the European association of cardiovascular imaging / R.M. Lang [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2015. – Vol. 28 (1). – P. 1–39.
- Van der Zwaan, H.B. Right ventricular quantification in clinical practice: Two-dimensional vs. three-dimensional echocardiography compared with cardiac magnetic resonance imaging / H.B. Van der Zwaan // European Heart Journal – Cardiovascular Imaging. – 2011. – Vol. 12 (9). – P. 656–664.
- Van Riel, A.C. Accuracy of Echocardiography to Estimate Pulmonary Artery Pressures With Exercise: a Simultaneous Invasive-Noninvasive Comparison / A.C. Van Riel [et al.] // Circulation. Cardiovascular Imaging. – 2017. – Vol. 10 (4). – P. 2856–2861.

S.Yu. Bartosh-Zelenaya, I.A. Evsikova, V.I. Novikov, T.V. Nayden, O.P. Mamaeva, S.G. Shcherbak

#### Structural and functional characteristics of the right heart chambers in young patients with sarcoidosis

**Abstract.** *The possibilities of assessing the right chambers of the heart and the estimated systolic pressure in the pulmonary artery at rest and against the background of physical activity in the early stages of pulmonary sarcoidosis in the absence of clinical manifestations and obvious complaints of patients are considered. Has been established that the most dangerous conditions for pulmonary sarcoidosis may be the progression of the disease with the formation of pulmonary fibrosis and heart damage. In addition to the primary involvement of the heart, which is less common in clinical practice, heart damage occurs in the form of an overload of the right chambers with the development of pulmonary hypertension. In the early stages of the disease, as a rule, little attention is paid to the examination of the heart in patients with sarcoidosis, due to the lack of clinical manifestations and complaints, therefore, it remains important to perform early diagnostic measures in order to prevent the development of the pathological process and correct treatment. According to the Federal Clinical Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Sarcoidosis (2016), echocardiography is not included in the mandatory list of examination of patients suffering from lung sarcoidosis, and is prescribed at the discretion of the attending physician. There is a small amount of work in both domestic and foreign literature on the assessment of the right heart chambers in patients with pulmonary sarcoidosis using modern echocardiographic techniques such as global longitudinal deformation of the right ventricle and ejection fraction in 3D mode. One of the promising methods is the determination of global longitudinal myocardial deformation, the reduction of which can serve as an early predictor of myocardial dysfunction.*

**Key words:** *pulmonary sarcoidosis, intrathoracic lymph nodes, echocardiography, right heart chambers, 2D and 3D modes, systolic and mean pulmonary artery pressure, right ventricle ejection fraction, stress tests, right ventricle global longitudinal strain.*

Контактный телефон: +7-911-023-16-55; e-mail: ira\_evsikova@mail.ru