

Возможности эхокардиографического определения давления в легочной артерии у пациентов с системными заболеваниями соединительной ткани: данные ревматологического экспертного центра

Николаева Е.В., Корсакова Ю.О., Курмуков И.А., Глухова С.И., Юдкина Н.Н., Волков А.В.

ФГБНУ Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой, Москва, Россия
115522 Москва, Каширское шоссе, 34А

V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia
34A, Kashirskoe Shosse, Moscow 115522

Контакты:
Александр Витальевич Волков;
sandyvik@yahoo.com

Contact:
Aleksandr Volkov;
sandyvik@yahoo.com

Поступила 21.11.14

Цель исследования – оценить достоверность неинвазивной оценки давления в легочной артерии (ДЛА) методом доплеровской эхокардиографии (ЭхоКГ) в сравнении с инвазивными измерениями этого параметра у пациентов с системными заболеваниями соединительной ткани (СТЗСТ).

Материал и методы. Были проанализированы инвазивно измеренные показатели гемодинамики в сравнении с аналогичными параметрами, вычисленными при ЭхоКГ. В анализ включено 156 парных исследований 61 больного с легочной гипертензией (ЛГ) на фоне СТЗСТ и 26 пациентов, у которых ЛГ при катетеризации не подтверждена. У 45 пациентов была выявлена легочная артериальная гипертензия (ЛАГ), у 7 ЛГ была обусловлена поражением левых отделов сердца, у 9 – гипоксемией.

Результаты и обсуждение. Систолическое давление в легочной артерии (СДЛА), измеренное методом ЭхоКГ, составляло в среднем $72,4 \pm 33,7$ мм рт. ст., а при катетеризации правых отделов сердца – $63,3 \pm 25,1$ мм рт. ст. Корреляция значений этого показателя, полученного двумя методами, была высоко достоверной – $r=0,83$ ($p<0,00001$). Давление в правом предсердии (ДПП) составило $8,4 \pm 4,1$ мм рт. ст. при ЭхоКГ и $6,7 \pm 5,2$ мм рт. ст. при катетеризации. Корреляция ДПП по данным ЭхоКГ и катетеризации была высоко достоверной – $r=0,57$ ($p<0,0001$).

Несмотря на высокие коэффициенты корреляции, у 7 пациентов с ЛГ, верифицированной при катетеризации, ЭхоКГ не позволила обнаружить повышение СДЛА; ложноположительные результаты отсутствовали. ЭхоКГ продемонстрировала хорошие чувствительность (94%) и специфичность (100%) для порогового СДЛА 40,1 мм рт. ст. (площадь под кривой 0,99; $p<0,0001$; 95% ДИ 0,98–1,01). Эхокардиографическое определение ДПП по существующим методикам показало хорошие чувствительность (79%) и специфичность (69%) для порогового значения ДПП 5 мм рт. ст. (площадь под кривой 0,79; $p<0,0001$; 95% ДИ 0,70–0,95). У пациентов с низким уровнем среднего ДЛА (СрДЛА) по данным катетеризации расхождение показателей по ЭхоКГ >10 мм рт. ст. отмечалось в 5% случаев, а расхождений >20 мм рт. ст. не отмечено. У больных с высоким уровнем СрДЛА расхождение показателей >10 мм рт. ст. отмечалось в 28,9% случаев, а >20 мм рт. ст. – в 34,2%.

Анализ согласия Блэнда–Альмана показал отклонение $+8,22$ мм рт. ст. для СДЛА (95% ДИ 6,6–12,8) и $+1,56$ мм рт. ст. для ДПП (95% ДИ 0,85–2,27). Стандартное отклонение разностей составило 18,4 для СДЛА и 4,5 для ДПП. Обнаружена зависимость разностей показателей от среднего их значения, более значимая для СДЛА. Коэффициент корреляции для СДЛА составил 0,43 ($p<0,001$), для ДПП – 0,31 ($p<0,05$). Таким образом, анализ Блэнда–Альмана выявил систематическое расхождение, что свидетельствует о слабой степени согласования результатов двух методов определения СДЛА и ДПП.

Заключение. По результатам нашего исследования, ЭхоКГ оказалась надежным методом скрининга ЛГ у пациентов с СТЗСТ. Для более точного определения СДЛА и ДПП необходимо применять инвазивные методы диагностики.

Ключевые слова: эхокардиография; давление в легочной артерии; легочная гипертензия; катетеризация правых отделов сердца.

Для ссылки: Николаева ЕВ, Корсакова ЮО, Курмуков ИА и др. Возможности эхокардиографического определения давления в легочной артерии у пациентов с системными заболеваниями соединительной ткани: данные ревматологического экспертного центра. Научно-практическая ревматология. 2015;53(1):51–57.

POSSIBILITIES FOR ECHOCARDIOGRAPHIC DETERMINATION OF PULMONARY ARTERY PRESSURE IN PATIENTS WITH SYSTEMIC CONNECTIVE TISSUE DISEASES: DATA OF A RHEUMATOLOGY EXPERT CENTER

Nikolaeva E.V., Korsakova Yu.O., Kurmukov I.A., Glukhova S.I., Yudkina N.N., Volkov A.V.

Objective: to assess the significance of noninvasive estimation of pulmonary artery pressure (PAP) using Doppler echocardiography (echoCG) as compared to invasive measurements of this parameter in patients with systemic connective tissue diseases (SCTD).

Subjects and methods. The invasively measured hemodynamic parameters versus those estimated at echoCG were analyzed. The analysis included 156 paired studies of 61 patients with pulmonary hypertension (PH) in the presence of SCTD and 26 patients, in whom PH was not verified by catheterization. Forty-five patients were found to have PH; PH was caused by left heart involvement in 7 patients and by hypoxemia in 9.

Results and discussion. Systolic PAP (SPAP) measured by echoCG averaged 72.4 ± 33.7 mm Hg and that by right heart catheterization did 63.3 ± 25.1 mm Hg. The correlation of the values of this measure, which were obtained by the two methods, was highly significant ($r = 0.83$; $p < 0.00001$). Right atrial pressure (RAP) measured by echoCG and catheterization was 8.4 ± 4.1 and 6.7 ± 5.2 mm Hg, respectively. The echoCG and catheterization RAP correlation was highly significant ($r = 0.57$; $p < 0.0001$).

Despite the high correlation coefficients, echoCG failed to detect higher SPAP in 7 patients with PH verified by catheterization; EchoCG could not detect higher SPAP; false-positive results were absent. EchoCG demonstrated good sensitivity (94%) and specificity (100%) for a threshold SPAP of 40.1 mm Hg (the area under the curve was 0.99 ($p < 0.0001$) with 95% CI 0.98–1.01. The echoCG determination of RAP by the existing methods showed good sensitivity (79%) and specificity (69%) for its threshold of 5 mm Hg (the area under the curve was 0.79 ($p < 0.0001$) with 95% CI 0.70–0.95.

The patients with low level of mean PAP (PAP_{mean}) measured by catheterization showed a difference of > 10 mm Hg as compared with the echoCG levels in 5% of the cases; > 20 mm Hg discrepancy was not noted. In patients with high PAP_{mean}, the differences of > 10 and > 20 mm Hg were observed in 28.9 and 34.2% of the cases, respectively.

Analysis of the Bland–Altman agreement showed deviations of +8.22 mm Hg for SPAP (95% CI 6.6–12.8) and +1.56 mm Hg for RAP (95% CI 0.85–2.27). The standard deviation of differences was 18.4 for SPAP and 4.5 for RAP. There was a relationship between the differences from their mean value, which is more significant for SPAP. The correlation coefficient for SPAP was 0.43 ($p < 0.001$) and that for RAP was 0.31 ($p < 0.05$). Thus, the Bland–Altman analysis revealed a systematic disparity, suggesting a weak agreement of the results of the two methods determining SPAP and RAP.

Conclusion. Our investigation demonstrated that echoCG proved to be a valid and reliable screening method for PH in patients with SCTD. More accurate estimation of SPAP and RAP measurement requires the application of invasive diagnostic methods.

Key words: echocardiography; pulmonary artery pressure; pulmonary hypertension; right heart catheterization.

For reference: Nikolaeva EV, Korsakova YuO, Kurmukov IA, et al. Possibilities for echocardiographic determination of pulmonary artery pressure in patients with systemic connective tissue diseases: Data of a rheumatology expert center. *Rheumatology Science and Practice*. 2015;53(1):51–57.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/1995-4484-2015-51-57>

Легочная артериальная гипертензия (ЛАГ) характеризуется прогрессирующим увеличением среднего давления в легочной артерии (ЛА) и ростом легочного сосудистого сопротивления (ЛСС), приводящим к развитию правожелудочковой недостаточности и, в финале, к смерти [1, 2]. Точное измерение параметров гемодинамики, включая давление в ЛА, является принципиально важным как для этапа диагностики, так и для дальнейшего ведения пациентов с ЛАГ. Катетеризация правых отделов сердца является единственным стандартом измерения давления в ЛА для диагностики ЛАГ [3–5].

Катетеризация правых отделов сердца является инвазивной процедурой, частота выполнения которой может быть лимитирована по различным причинам [6]. Поэтому продолжается поиск адекватной альтернативы инвазивной оценке гемодинамических параметров для диагностики и мониторинга ЛАГ.

Трансторакальная доплеровская эхокардиография (ЭхоКГ) рекомендуется как скрининговый неинвазивный метод выявления и динамического наблюдения пациентов с ЛАГ [3–5]. ЭхоКГ-расчет систолического давления в легочной артерии (СДЛА) основан на оценке систолического градиента давления на трикуспидальном клапане (ГдсТК) между правыми желудочком и предсердием с использованием модифицированного уравнения Бернулли: $4V^2$, где V – пиковая скорость струи трикуспидальной регургитации (ТР) [7]. Сумма рассчитанного давления в правом предсердии (ДПП) и систолического давления в правом желудочке (ДПЖ_{сист}) является эквивалентом СДЛА (при условии отсутствия легочного стеноза) [7].

Первые публикации о неинвазивном измерении ДЛА с помощью ЭхоКГ были очень оптимистичны [7–10]. Несмотря на очевидную простоту метода, исследование K.L. Chan и соавт. в 1987 г. [11] продемонстрировало его превосходство в сравнении с другими вариантами неинвазивной диагностики. С тех пор неинвазивное измерение СДЛА с расчетом ДПЖ_{сист} и ДПП рекомендуется как элемент стандартного ЭхоКГ-протокола [4, 5, 12]. Однако для оценки соответствия значений СДЛА по данным катетеризации правых отделов сердца и ЭхоКГ были проведены исследования, часть из которых подвергли сомнению точность неинвазивно измеренного СДЛА, в том числе на популяциях больных с системной склеродермией [13–20].

Основной целью нашего исследования был анализ диагностической точности и надежности ЭхоКГ в измерении ДЛА по сравнению с инвазивным методом на большой группе пациентов в экспертном ревматологическом центре.

Материал и методы

Протокол исследования. В анализ включено 156 парных исследований у 61 пациента с ЛГ на фоне системных заболеваний соединительной ткани (СТЗСТ) и 26 пациентов, у кого диагноз ЛГ по данным катетеризации не подтвердился. Исследовались пациенты, поступавшие для диагностики и лечения ЛГ в ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой в 2011–2014 гг. Работа выполнялась в соответствии со стандартами локального комитета по этике и в соответствии с Хельсинкской декларацией.

Обследование выполнялось по единому протоколу. Завершающим этапом верификации ЛГ было проведение катетеризации правых отделов сердца. Большинству пациентов ЭхоКГ выполнялась в день катетеризации, у остальных интервал между исследованиями не превышал 5 дней.

Эхокардиография. Комплексное ЭхоКГ-исследование проводилось на ультразвуковых аппаратах системы GE Vivid7 (США), ESAOTE TWICE (Италия) по стандартному протоколу с использованием следующих методик: двухмерная ЭхоКГ, М-режим, доплеровская ЭхоКГ (режим импульсного и постоянно-волнового доплера), режим цветного доплеровского картирования кровотока.

У всех пациентов получали стандартные трансторакальные проекции и сечения. С целью определения фаз сердечного цикла использовалась синхронная запись с электрокардиограммой. При обследовании пациентов производилась запись на жесткий диск ультразвукового аппарата для последующего просмотра и кадрового анализа различных параметров работающего сердца больного в реальном масштабе и времени. В процессе ЭхоКГ определялись форма и размеры камер сердца, внутрисердечных структур, аорты и ЛА, исключалось наличие врожденных и приобретенных аномалий структур сердца.

Проводился расчет уровня СДЛА после получения значений ГдсТК и ДПП: $\text{СДЛА} = \text{ГдсТК} + \text{ДПП}$. ДПП определялось с учетом диаметра и степени коллабирования нижней полой вены (НПВ): 0–5 мм рт. ст. при нор-

мальном диаметре НПВ и коллапсе вены на вдохе >50%; 10 мм рт. ст. при дилатации вены и сохраненном коллапсировании; 15 мм рт. ст. при расширении вены и коллапсе <50%; 20 мм рт. ст., когда вена дилатирована, а ее диаметр на вдохе не меняется [21].

Катетеризация правых отделов сердца и легочной артерии. Использовался преимущественно яремный венозный доступ. ДПП, ДПЖ и давление заклинивания легочной артерии (ДЗЛА) были измерены по крайней мере по трем сердечным циклам. Среднее давление в легочной артерии (СрДЛА) было вычислено по кривой давления автоматически программным обеспечением Draeger Vista XL Nemomed.

Диагностическим критерием наличия у пациента ЛГ считалось повышение СрДЛА >25 мм рт. ст.

Статистический анализ. Для определения степени выраженности взаимосвязи показателей использовался корреляционный анализ. Оценка выраженности корреляции была выполнена с использованием следующей классификации: ≤0,3 – слабая; 0,31–0,5 – средняя; 0,51–0,7 – высокая; ≥0,71 – очень высокая. С целью оценки чувствительности и специфичности использовали ROC-анализ. При выполнении данного анализа были

выявлены точки по исследуемым показателям (СДЛА и ДПП) для деления пациентов на группы с наличием и отсутствием ЛГ. Для графического сравнения результатов, полученных разными методами (ЭхоКГ и катетеризация), применяли метод Блэнда–Альтмана. Чувствительность, специфичность, положительная и отрицательная прогностические значимости, так же как и точность, были проанализированы для определения точек разделения. В зависимости от характера распределения в исследуемых группах результаты представлены в виде: среднее ± среднеквадратическое отклонение ($M \pm \sigma$) или медиана [25-й; 75-й перцентили]. В ходе анализа различия определялись как статистически значимые при $p < 0,05$.

Результаты

По данным комплексного обследования с катетеризацией у 45 больных была выявлена ЛАГ, у 7 – ЛГ была обусловлена поражением левых отделов сердца, у 9 – гипоксемией, а у 26 пациентов диагноз ЛГ по данным катетеризации подтвержден не был. Общая характеристика больных представлена в таблице.

СрДЛА по данным катетеризации составило $40,3 \pm 15,7$ мм рт. ст. Рассчитанное при ЭхоКГ СДЛА в среднем было $72,4 \pm 33,7$ мм рт. ст., при катетеризации правых отделов сердца – $63,3 \pm 25,1$ мм рт. ст. Обнаружена высокая степень взаимосвязи величин расчетного СДЛА и измеренного СрДЛА (рис. 1). Горизонтальная и вертикальная прямые на этом графике определяют диагностический порог неинвазивного и инвазивного методов диагностики ЛГ и разделяют диаграмму на 4 части. В правой верхней части – данные, при которых диагноз подтвержден и по ЭхоКГ, и по результатам катетеризации, в левой нижней – диагноз ЛГ не подтверждался обоими методами. В правой нижней части группируются ложноотрицательные результаты, ложноположительных результатов в нашем исследовании не было.

Корреляция значений СДЛА, полученных двумя методами, была также очень высокой: $r=0,83$; стандартная ошибка регрессии (СОР) 7,09 мм рт. ст. ($p < 0,00001$; рис. 2, а).

ДПП составило в среднем $8,4 \pm 4,1$ мм рт. ст. при ЭхоКГ и $6,7 \pm 5,2$ мм рт. ст. при катетеризации ($r=0,57$;

Общая характеристика пациентов

Показатель	Значение
Средний возраст, годы	52,4±13,6
Число мужчин	10
Число женщин	77
Диагноз:	
ЛГ нет	26
ЛАГ	45
ЛГ, связанная с поражением легких	9
ЛГ, связанная с поражением левых отделов сердца	7
Функциональный класс ЛАГ:	
I	2
II	9
III	24
IV	10
Общее количество исследований	156
ЧСС, уд/мин.	77,5±11,9
АД _{сист.} , мм рт. ст.	125,6±18,8
АД _{диаст.} , мм рт. ст.	79,8±12,3
Катетеризация:	
ДПП, мм рт. ст.	6,7±5,2
ДПЖ _{сист.} , мм рт. ст.	63,3±25,1
ДПЖ _{диаст.} , мм рт. ст.	5,0±4,8
ДПЖ _{ср.} , мм рт. ст.	26,5±11,5
ДЛА _{сист.} , мм рт. ст.	62,6±25,1
ДЛА _{диаст.} , мм рт. ст.	26,9±11,7
СрДЛА, мм рт. ст.	40,3±15,7
ДЗЛА, мм рт. ст.	9,6±3,5
СВ, л/мин	5,2±1,7
СИ, л/мин/м ²	3,0±0,8
SpO ₂ , %	95,9±3,2
ЛСС, ед. Вуда	7,0±4,9
ЭхоКГ:	
скорость ТР, м/с	3,9±1,0
ГДстК, мм рт. ст.	64,2±31,6
ДПП, мм рт. ст.	8,4±4,1
СДЛА, мм рт. ст.	72,4±33,7

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений, СВ – сосудистый выброс, СИ – сердечный индекс, SpO₂ – насыщение артериальной крови кислородом.

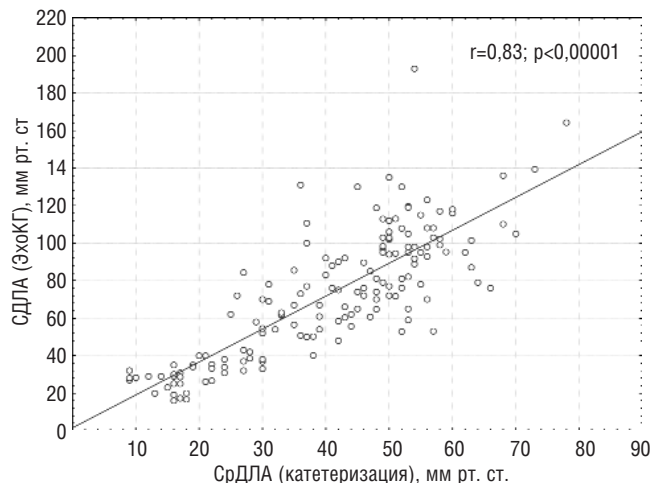


Рис. 1. Взаимосвязь СрДЛА, измеренного при катетеризации, и СДЛА, рассчитанного по данным ЭхоКГ

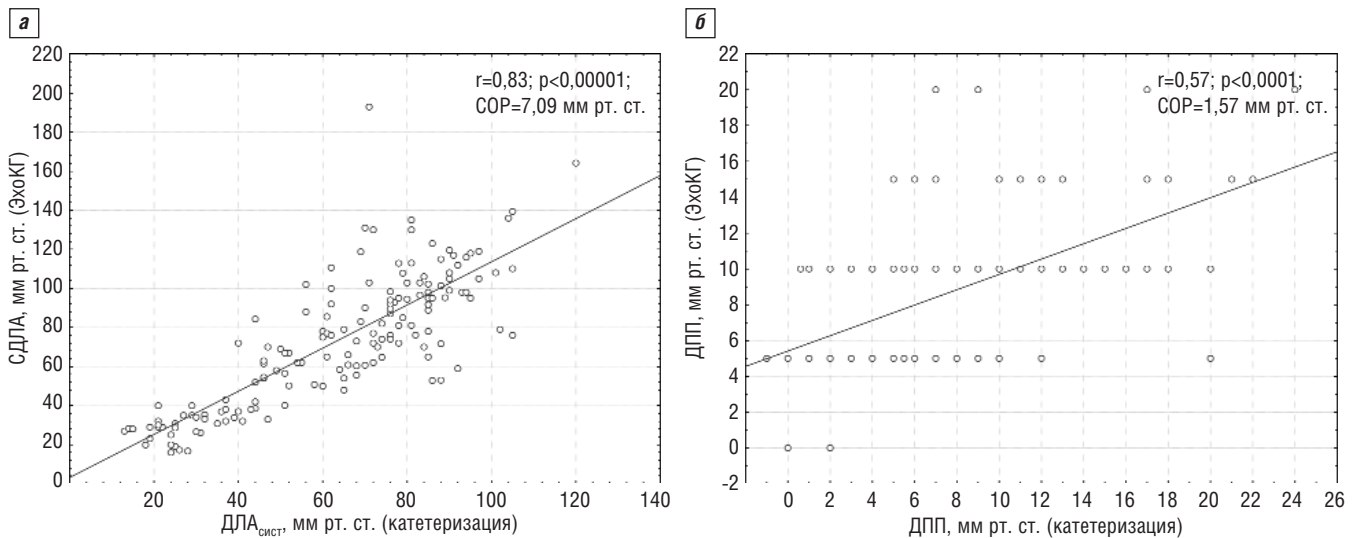


Рис. 2. Взаимосвязь измеренных при катетеризации и рассчитанных по данным ЭхоКГ СДЛА (а) и ДПП (б)

$p < 0,0001$). Корреляция ДПП, рассчитанного при ЭхоКГ и измеренного при катетеризации, была высокой: $r = 0,57$; $COP = 1,57$ мм рт. ст. ($p < 0,0001$; рис. 2, б).

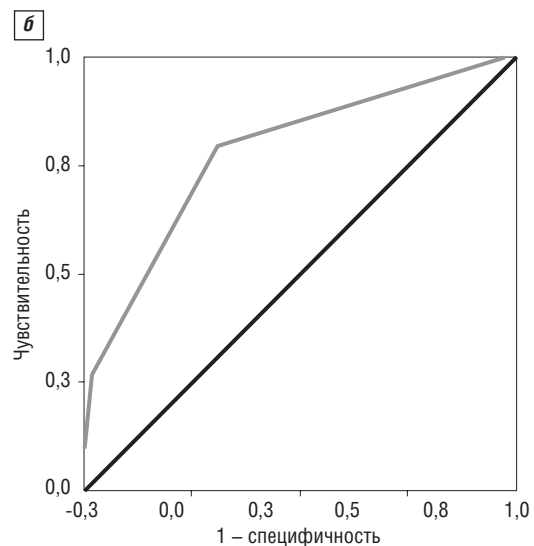
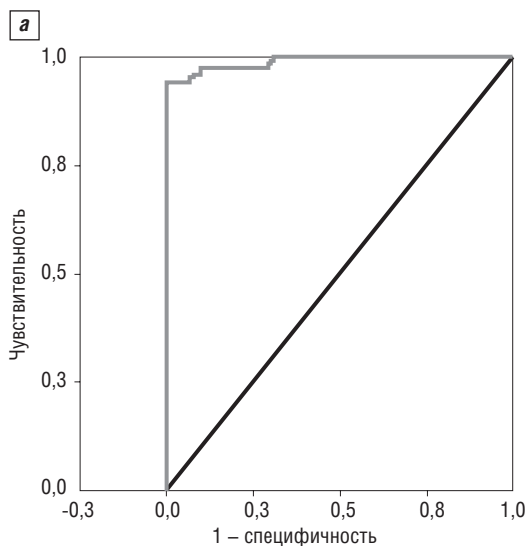
Несмотря на высокие коэффициенты корреляции, 7 пациентам диагноз ЛГ был установлен только по результатам катетеризации, а при ЭхоКГ признаки ЛГ отсутствовали. Как уже сообщалось выше, ложноположительных ЭхоКГ-заключений получено не было (см. рис. 1).

ЭхоКГ как метод скрининга ЛГ продемонстрировала хорошие чувствительность (94%) и специфичность (100%) для точки разделения СДЛА, соответствующей 40,01 мм рт. ст. [площадь под кривой (AUC) 0,99; $p < 0,0001$; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,98–1,01] (рис. 3, а). Менее впечатляющие результаты получены при анализе показателей ДПП. ЭхоКГ-определение ДПП по существующим методикам показало хорошие чувствительность (79%) и специфичность (69%) для точки разделения ДПП,

соответствующей 5 мм рт. ст. (AUC=0,79; $p < 0,0001$; 95% ДИ 0,70–0,95; рис. 3, б).

У пациентов с низким уровнем СрДЛА (по данным катетеризации) расхождение показателей по ЭхоКГ > 10 мм рт. ст. наблюдалось в 5% исследований, а расхождений > 20 мм рт. ст. не отмечено. У больных с высоким уровнем СрДЛА расхождение показателей > 10 мм рт. ст. выявлено в 28,9% исследований, а > 20 мм рт. ст. – в 34,2%.

Анализ согласия Блэнда–Альтмана показал отклонение $+8,22$ мм рт. ст. для СДЛА (95% ДИ 6,6–12,8; рис. 4, а) и $+1,56$ мм рт. ст. для ДПП (95% ДИ 0,85–2,27; рис. 4, б). Стандартное отклонение разностей составило 18,4 для СДЛА и 4,5 для ДПП. Обнаружена зависимость разностей показателей от среднего их значения, более значимая для СДЛА. Коэффициент корреляции для СДЛА составил 0,43 ($p < 0,001$; см. рис. 4, а) и 0,31 ($p < 0,05$; см. рис. 4, б) для



	AUC	p	95% ДИ	Точка разделения	Чувствительность, %	Специфичность, %
СДЛА	0,99	0,000	0,98–1,00	40,01	94	100

	AUC	p	95% ДИ	Точка разделения	Чувствительность, %	Специфичность, %
ДПП	0,79	0,000	0,70–0,95	5,0	79	69

Рис. 3. Характеристическая кривая СДЛА (а) и ДПП (б), рассчитанных по данным ЭхоКГ

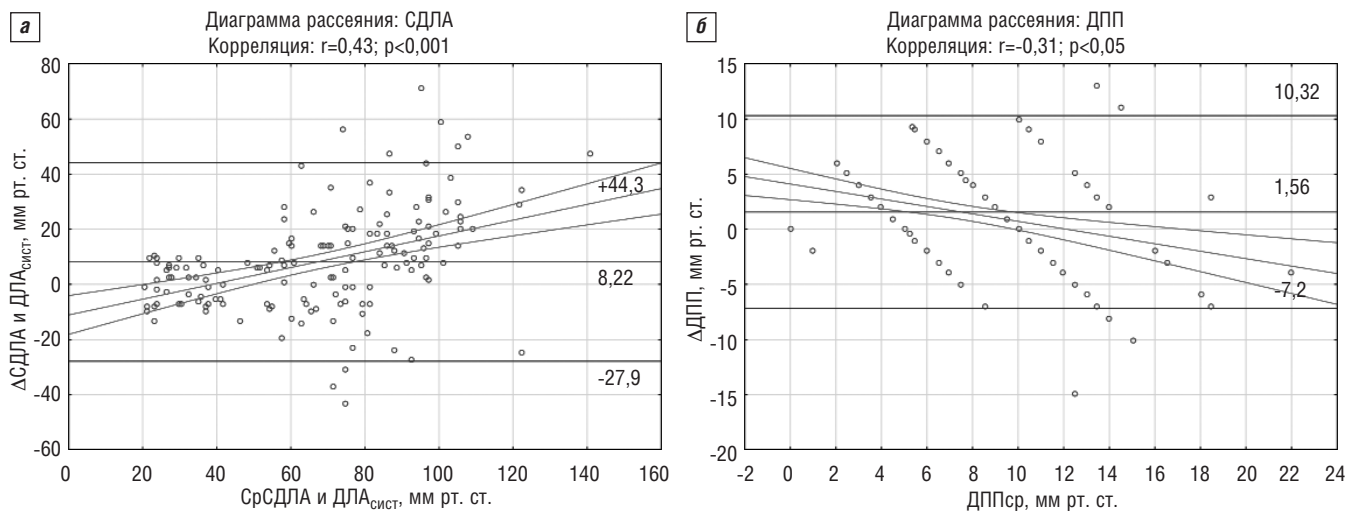


Рис. 4. Диаграмма сравнения результатов неинвазивного и инвазивного методов определения СДЛА (а) и ДПП (б), метод Блэнда–Альтмана

ДПП. Таким образом, анализ Блэнда–Альтмана выявил систематическое расхождение, что свидетельствует о слабой степени согласования двух методов определения как СДЛА, так и ДПП.

Обсуждение

В нашем исследовании мы оценили возможности ЭхоКГ в диагностике ЛГ у пациентов с ревматическими заболеваниями. Наши результаты показали взаимосвязь между рассчитанными разными методами значениями СДЛА. Кроме того, полученные данные свидетельствуют, что при помощи ЭхоКГ ЛГ диагностировалась с высокой чувствительностью и специфичностью.

Наши данные соответствуют результатам предшествующих исследований. Тридцать лет назад первая публикация Р. Уоск и Р. Порр [7] продемонстрировала тесную связь между результатами инвазивных и неинвазивных исследований у 54 пациентов ($r=0,93$; $СОР=8$ мм рт. ст.). М. Вергер и соавт. [8] описали еще более строгую корреляцию, когда инвазивное и неинвазивное исследования проводились одновременно почти у всех пациентов ($r=0,97$; $СОР=4,9$ мм рт. ст.). Р. Сиргие и соавт. [9] оценили точность неинвазивно измеренного ДПЖ_{сист} в сравнении с катетеризацией правых отделов сердца у 127 пациентов и описали очень хорошую взаимосвязь ($r=0,96$; $СОР=7$ мм рт. ст.). J. Vazquez de Prada и соавт. [10] провели подобное обследование 34 пациентов с интервалом 24–48 ч между исследованиями; они показали также высокий коэффициент корреляции ($r=0,96$). В то же время результаты крупного исследования двух методов оценки СДЛА на когорте пациентов с ЛАГ, включенных в регистр REVEAL, свидетельствуют, что временной интервал не оказывал влияния на связь результатов ЭхоКГ и катетеризации. Значения, полученные при катетеризации и ЭхоКГ, были одинаково близки, когда тестирование проводилось в один день, в течение месяца, с интервалом от 1 до 3 мес и от 3–6 до 6–12 мес [16].

Хотя неинвазивная оценка СДЛА рекомендована руководствами и широко используется в клинической практике, недостатки этой методики в больших клинических исследованиях изучались только последние несколько лет. Одной из первых публикаций, ставящих под сомнение точность этого метода, было сообщение

S. Arcasoy и соавт. [22], которые отметили, что при проведении ЭхоКГ 374 пациентам с прогрессирующим заболеванием легких в 52% случаев оценка давления была неточной, а в 48% диагноз ЛГ был ошибочным. Неинвазивная оценка СДЛА была невозможна в 57% случаев. Авторы предположили, что факторы, имеющие отношение к хроническому легочному заболеванию (по всей видимости, эмфизема), могли влиять на результаты, например ограничивая точную визуализацию и измерение потока ТР.

В работе S. Greiner и соавт. [23] 20% пациентов были исключены из исследования в связи с трудностями визуализации ТР. У 53% из них ЛГ с $СрДЛА \geq 25$ мм рт. ст. была диагностирована во время катетеризации, подтверждая, что отсутствие измеримой трикуспидальной недостаточности при ЭхоКГ не исключает ЛГ.

Недавние метаанализы R. Zhang и соавт. ($n=736$; 6 исследований) [24], S. Janda и соавт. ($n=1485$; 29 исследований) [25] и M. Taleb и соавт. ($n=522$; 9 исследований) [26] были посвящены оценке чувствительности и специфичности ЭхоКГ в оценке СДЛА. Интервал между ЭхоКГ и катетеризацией правых отделов сердца колебался от 2 ч до 90 дней. Результаты метаанализов не оправдали ожидания. Точность, вычисленная M. Taleb и соавт. [26], была низкой (73%), и хотя во всех трех метаанализах отмечалась высокая чувствительность (82; 83 и 88% соответственно), специфичность оказалась недостаточной (68; 72 и 56% соответственно) [24–26].

Проведенный в нашем исследовании статистический анализ с построением характеристических кривых демонстрирует высокую диагностическую точность для СДЛА в точке разделения 40,01 мм рт. ст. ($AUC=0,99$; $p<0,0001$; 95% ДИ 0,98–1,01) с чувствительностью 94% и специфичностью 100% (см. рис. 3, а). Более высокий показатель точки разделения, чем в вышеописанных исследованиях [24–26], равный используемому в практике пограничному значению СДЛА по ЭхоКГ – 40 мм рт. ст., показывает большую специфичность для диагноза ЛГ, но приводит к появлению ложноотрицательных результатов (у 7 пациентов нашей когорты диагноз ЛГ был установлен только на основании катетеризации).

Для сравнения результатов измерений одного показателя, выполненных разными способами, нами был ис-

пользован метод оценки согласованности Блэнда—Альтмана. Для каждой пары измерений вычисляется разность, средняя разность характеризует систематическое расхождение, стандартное отклонение — степень разброса результатов. При идентичности двух методик одного измерения должна отсутствовать зависимость систематического расхождения от величины признака.

Нами было найдено лишь несколько исследований, оценивающих точность ЭхоКГ с использованием этого статистического метода. Анализ Блэнда—Альтмана показал, что отклонение для ЭхоКГ-оценки СДЛА составило 9,1 мм рт. ст. (95% ДИ от -24,4 до 42,6) в исследовании С. Zhang и соавт. [27]; -2,0 мм рт. ст. (95% ДИ от -18,1 до 14,1) и 1,0 мм рт. ст. для ДПП (95% от 0,1 до 1,9) в исследовании S. Greiner и соавт. [23], 1,9 мм рт. ст. (95% ДИ от -7,9 до 11,6) в исследовании R. Laver и соавт. [28].

Наши результаты близки к исследованию С. Zhang и соавт. [27]. Отклонение для СДЛА, измеренного при ЭхоКГ, составило 8,22 мм рт. ст. (95% ДИ 6,6–12,8) и 1,56 мм рт. ст. для ДПП (95% ДИ 0,85–2,27). Стандартное отклонение разностей составило 18,4 мм рт. ст. для СДЛА и 4,5 мм рт. ст. для ДПП, что сопоставимо с самими значениями показателей. Для СДЛА коэффициент корреляции составил 0,43 ($p < 0,001$; см. рис. 4, а) и 0,31 ($p < 0,05$; см. рис. 4, б) для ДПП. Обнаруженная зависимость разностей от среднего их значения выявляет систематическое расхождение, что свидетельствует о слабой степени согласования двух методов определения как СДЛА, так и ДПП. Обращает на себя внимание форма диаграммы рассеяния, особенно СДЛА (см. рис. 4, а). Отсутствие показателей в верхней левой части диаграммы согласуется с отсутствием ложноположительных заключений, о чем уже сообщалось выше. Несколько вытянутая форма расположения значений свидетельствует о наличии тренда, что подтверждается значимым коэффициентом корреляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hoepfer M, Bogaard HJ, Condliffe R, et al. Definitions and diagnosis of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:42–50.
2. Волков АВ, Мартынюк ТВ, Юдкина НН и др. Выживаемость пациентов с легочной артериальной гипертензией, ассоциированной с системной склеродермией. *Терапевтический архив*. 2012;84(5):24–8 [Volkov AV, Martynuk TV, Yudkina NN, et al. Survival of patients with pulmonary arterial hypertension, associated with systemic sclerosis. *Terapevticheskii arkhiv = Therapeutic Archive*. 2012;84(5):24–8 (In Russ.)].
3. Чазова ИЕ, Авдеев СН, Царева НА и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению легочной гипертензии. *Терапевтический архив*. 2014;86(9):4–23 [Chazova IE, Avdeev SN, Tsareva NA, et al. Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Terapevticheskii arkhiv = Therapeutic Archive*. 2014;86(9):4–23 (In Russ.)].
4. Galie N, Hoepfer MM, Humbert M, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. The task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J*. 2009;30(20):2493–537. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp297
5. McLaughlin VV, Archer SL, Badesch DB, et al. ACCF/AHA 2009 expert consensus document on pulmonary hypertension: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents and the American Heart Association: developed in collaboration with the American College of Chest Physicians, American Thoracic Society, Inc., and the Pulmonary Hypertension Association. *Circulation*. 2009;119:2250–94. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192230
6. Lowe BS, Therrien J, Ionescu-Ittu R, et al. Diagnosis of pulmonary hypertension in the congenital heart disease adult population impact on outcomes. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(5):538–46. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.03.033
7. Yock PG, Popp RL. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation*. 1984 Oct;70(4):657–62. DOI: 10.1161/01.CIR.70.4.657
8. Berger M, Haimowitz A, van Tosh A, et al. Quantitative assessment of pulmonary hypertension in patients with tricuspid regurgitation using continuous wave Doppler ultrasound. *J Am Coll Cardiol*. 1985;6(2):359–65. DOI: 10.1016/S0735-1097(85)80172-8
9. Currie PJ, Seward JB, Chan KL, et al. Continuous wave Doppler determination of right ventricular pressure: a simultaneous Doppler-catheterization study in 127 patients. *J Am Coll Cardiol*. 1985;6(4):750–6. DOI: 10.1016/S0735-1097(85)80477-0

Высокий положительный коэффициент корреляции для СДЛА подтверждается фактом, что у больных с уровнем СрДЛА > 40 мм рт. ст. доля расхождения показателей > 10 мм рт. ст. составила 28,9% исследований, а > 20 мм рт. ст. — 34,2% (см. выше).

Еще один факт, свидетельствующий о систематическом расхождении, — 6,5% показателей не входили в интервал двух стандартных отклонений для СДЛА и 3,3% для ДПП — при анализе данных методом Блэнда—Альтмана.

Все вышеперечисленное свидетельствует о невозможности использования расчетных показателей СДЛА и ДПП в оценке абсолютных значений ДЛА_{сист} и ДПП, что диктует необходимость проведения инвазивной диагностики в случаях динамической оценки, в том числе эффективности лечения.

Заключение

Наше исследование подтверждает возможность использования в крупных экспертных центрах ЭхоКГ-определения СДЛА как метода скрининга пациентов на наличие ЛГ, что обуславливается его высокой чувствительностью и специфичностью. Трансторакальная ЭхоКГ не может быть эквивалентом инвазивного метода определения давления, поскольку допускает грубые отклонения от абсолютных значений.

Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за статью.

10. Vázquez de Prada JA, Ruano J, Martín-Duran R, et al. Noninvasive determination of pulmonary arterial systolic pressure by continuous wave Doppler. *Int J Cardiol.* 1987;16(2):177–84. DOI: 10.1016/0167-5273(87)90249-X
11. Chan KL, Currie PJ, Seward JB, et al. Comparison of three Doppler ultrasound methods in the prediction of pulmonary artery pressure. *J Am Coll Cardiol.* 1987;9(3):549–54. DOI: 10.1016/S0735-1097(87)80047-5
12. Rudski LG, Lai WW, 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(7):685–713. DOI: 10.1016/j.echo.2010.05.010
13. Fisher MR, Forfia PR, Chamera E, et al. Accuracy of Doppler echocardiography in the hemodynamic assessment of pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009;179(7):615–21. DOI: 10.1164/rccm.200811-1691OC
14. Rich JD, Shah SJ, Swamy RS, et al. Inaccuracy of Doppler echocardiographic estimates of pulmonary artery pressures in patients with pulmonary hypertension: implications for clinical practice. *Chest.* 2011;139(5):988–93. DOI: 10.1378/chest.10-1269
15. D'Alto M, Romeo E, Argiento P, et al. Accuracy and precision of echocardiography versus right heart catheterization for the assessment of pulmonary hypertension. *Int J Cardiol.* 2013;168(4):4058–62. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.07.005
16. Farber HW, Foreman AJ, Miller DP, McGoon MD. REVEAL Registry: correlation of right heart catheterization and echocardiography in patients with pulmonary arterial hypertension. *Congest Heart Fail.* 2011;17(2):56–64. DOI: 10.1111/j.1751-7133.2010.00202.x
17. Mukerjee D, St George D, Knight C, et al. Echocardiography and pulmonary function as screening tests for pulmonary arterial hypertension in systemic sclerosis. *Rheumatology (Oxford).* 2004;43(4):461–6. DOI: 10.1093/rheumatology/keh067
18. Vonk MC, Sander MH, van den Hoogen FH, et al. Right ventricle Tei-index: a tool to increase the accuracy of non-invasive detection of pulmonary arterial hypertension in connective tissue diseases. *Eur J Echocardiogr.* 2007 Oct;8(5):317–21. DOI: 10.1016/j.euje.2006.06.002
19. Hsu VM, Moreyra AE, Wilson AC, et al. Assessment of pulmonary arterial hypertension in patients with systemic sclerosis: comparison of noninvasive tests with results of right-heart catheterization. *J Rheumatol.* 2008 Mar;35(3):458–65.
20. Kobal EA, Danilov NM, Martynyuk TV, et al. Transthoracic doppler echocardiography and right heart catheterization in the assessment of systolic pulmonary artery pressure in patients with idiopathic pulmonary hypertension. Milan: European society of hypertension; 2011. № 238.
21. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005;18(12):1440–63. DOI: 10.1016/j.echo.2005.10.005
22. Arcasoy SM, Christie JD, Ferrari VA, et al. Echocardiographic assessment of pulmonary hypertension in patients with advanced lung disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(5):735–40. DOI: 10.1164/rccm.200210-1130OC
23. Greiner S, Jud A, Aurich M. Reliability of noninvasive assessment of systolic pulmonary artery pressure by Doppler echocardiography compared to right heart catheterization: analysis in a large patient population. *J Am Heart Assoc.* 2014 Aug 21;3(4):e001103. DOI: 10.1161/JAHA.114.001103
24. Zhang RF, Zhou L, Ma GF, et al. Diagnostic value of transthoracic Doppler echocardiography in pulmonary hypertension: a meta-analysis. *Am J Hypertens.* 2010 Dec;23(12):1261–4. DOI: 10.1038/ajh.2010.188
25. Janda S, Shahidi N, Gin K, Swiston J. Diagnostic accuracy of echocardiography for pulmonary hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Heart.* 2011;97(8):612–22. DOI: 10.1136/hrt.2010.212084
26. Taleb M, Khuder S, Tinkel J, Khouri SJ. The diagnostic accuracy of Doppler echocardiography in assessment of pulmonary artery systolic pressure: a meta-analysis. *Echocardiography.* 2013 Mar;30(3):258–65. DOI: 10.1111/echo.12061
27. Zhang C, Huang T, Huang X, et al. Inaccuracy of doppler echocardiographic estimates of pulmonary artery pressures in adult atrial septal defect patients with pulmonary arterial hypertension. *Chin Med J (Engl).* 2014;127(19):3389–95.
28. Laver RD, Wiersema UF, Bersten AD. Echocardiographic estimation of mean pulmonary artery pressure in critically ill patients. *Crit Ultrasound J.* 2014 Jul 2;6(1):9. DOI: 10.1186/2036-7902-6-9