

АНАЛИЗ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ТРОБОЭМБОЛИИ ЛЁГЧНОЙ АРТЕРИИ

А.Г. Пронин^{1, 2}, Н.Ю. Сивохина², М.А. Гончаров²

¹Московский медицинский университет «Реавиз», Москва

²Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова, Москва

Резюме. На сегодняшний день актуальным является поиск наиболее информативных диагностических и прогностических эхокардиографических критериев тромбоэмболии лёгочной артерии. **Цель:** провести критический анализ общепринятых эхокардиографических критериев тромбоэмболии лёгочной артерии для установления наиболее значимых из них при определении тяжести и исходов заболевания. **Материал и методы.** В исследование были включены 42 пациента с тромбоэмболией лёгочной артерии со смертельным исходом, 51 пациент с гемодинамически не стабильным и 193 с гемодинамически стабильным течением заболевания. Проведена оценка распространённости общепринятых эхокардиографических критериев перегрузки правых отделов сердца с последующим установлением их значимости для определения тяжести течения заболевания и прогнозирования его исходов. **Результаты.** Установлено, что среди общепризнанных эхокардиографических критериев наиболее значимыми для определения тяжести течения тромбоэмболии лёгочной артерии и её исходов являются: увеличение отношения базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1, повышение систолического давления в лёгочной артерии более 55 мм рт. ст., дискинезия свободной стенки правого желудочка, уплощение межжелудочковой перегородки, снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см. Однако все они, кроме последнего, обладают не высокими чувствительностью и специфичностью. Установлена значимость недооценённого в настоящее время в качестве прогностического показателя эхокардиографии ударного объёма сердца. Определено, что его снижение менее 45 мл коррелировало с гемодинамической нестабильностью течения заболевания, а менее 35 мл – было сопряжено со смертельным исходом. Данный показатель имел высокие диагностические характеристики. **Заключение.** Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см и уменьшение ударного объёма сердца менее 45 мл являются самыми значимыми показателями эхокардиографии при оценке тяжести и прогноза тромбоэмболии лёгочной артерии.

Ключевые слова: тромбоэмболия лёгочной артерии, эхокардиография, тяжесть заболевания, прогноз исходов, ударный объём сердца.

Для цитирования: Пронин А.Г., Сивохина Н.Ю., Гончаров М.А. Анализ эхокардиографических критериев тромбоэмболии лёгочной артерии. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2023;13(1):77–84. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.1.CLIN.5>

ANALYSIS OF ECHOCARDIOGRAPHIC CRITERIA FOR PULMONARY EMBOLISM

A.G. Pronin^{1, 2}, N.Y. Sivokhina², M.A. Goncharov²

¹Moscow Medical University "Reaviz", Moscow

²National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow

Abstract. To date, the search for the most informative diagnostic and prognostic echocardiographic criteria for pulmonary embolism is relevant. **Aims.** To conduct a critical analysis of the generally accepted echocardiographic criteria for pulmonary embolism in order to establish the most significant of them in determining the severity and outcomes of the disease. **Materials and methods.** The study included 42 patients with fatal pulmonary embolism, 51 patients with hemodynamically unstable and 193 with hemodynamically stable course of the disease. The prevalence of generally accepted echocardiographic criteria for overload of the right heart was assessed, followed by their significance for determining the severity of the disease and predicting its outcomes. **Results.** It was found that among the generally recognized echocardiographic criteria, the most significant for determining the severity of pulmonary embolism and its outcomes are: an increase in the ratio of basal sizes of the right and left ventricles more than 1.1, an increase in systolic pressure in the pulmonary artery more than 55 mm Hg, dyskinesia of the free wall of the right ventricle, flattening of the interventricular septum, a decrease in systolic excursion the plane of the tricuspid valve is less than 1.6 cm. However, all of them, except the last one, do not have high sensitivity and specificity. The significance of the currently underestimated cardiac stroke volume as a prognostic indicator of echocardiography has been established. It was determined that its decrease of less than 45 ml correlated with hemodynamic instability of the course of the disease, and less than 35 ml was associated with a fatal outcome. This indicator had high diagnostic characteristics. **Conclusion.** A decrease in the systolic excursion of the tricuspid valve plane of less than 1.6 cm and a decrease in the stroke volume of the heart of less than 45 ml are the most significant indicators of echocardiography in assessing the severity and prognosis of pulmonary embolism.



Key words: pulmonary embolism, echocardiography, severity of the disease, prognosis of outcomes, stroke volume of the heart.

Cite as: Pronin A.G., Sivokhina N.Y., Goncharov M.A. Analysis of echocardiographic criteria for pulmonary embolism. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health*. 2023;13(1):77–84. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.1>. CLIN.5

Введение

Тромбоэмболия лёгочной артерии (ТЭЛА) – это заболевание, характеризующееся высокой распространённостью и летальностью. Ежегодная заболеваемость ТЭЛА колеблется в диапазоне от 300 тыс. до 600 тыс. случаев в мире, а смертность в общей популяции составляет 2,1–6,2 % [1–4].

Для своевременной диагностики тромбоэмболии лёгочной артерии, определения её тяжести течения и выбора объёма терапии немаловажную роль играют признаки перегрузки правых отделов сердца, выявляемые при трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ) [5, 6]. К ним относятся: увеличение размера правого желудочка и, в большей степени, увеличение отношения его базальных размеров к размерам левого желудочка более 0,9; дискинезия свободной стенки правого желудочка при сохранённой подвижности верхушки; уплощение межжелудочковой перегородки; расширение нижней полой вены более 20 мм со снижением её коллабироваия при дыхании; одновременное ускорение выброса крови в лёгочную артерию менее 60 мс с максимальным систолическим градиентом на трикуспидальном клапане менее 60 мм рт. ст.; мобильный тромб в правых отделах сердца; снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см [7–9]. Каждый из представленных ЭхоКГ критериев имеет неблагоприятное прогностическое значение, но практически все они обладают не выраженными диагностическими характеристиками. Максимальные чувствительность и специфичность имеют место для дискинезии свободной стенки правого желудочка при сохранённой подвижности верхушки и снижения систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см (табл. 1) [10–12].

В связи с ещё более недостаточной эффективностью клинических и лабораторных методов верификации ТЭЛА и определения степени её тяжести, многие исследователи продолжают считать установление новых высокочувствительных и специфичных ЭхоКГ критериев заболевания перспективным направлением [1, 8, 13, 14].

Таблица 1. Диагностические характеристики ЭхоКГ критериев ТЭЛА [10–12]

Table 1. Diagnostic characteristics of echocardiography of the PE criteria

Параметр	Диагностическая характеристика	
	Чувствительность	Специфичность
Дисфункции правого желудочка	61–81 %	51–56 %
Отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 0,9	39–84 %	68–78 %
Дискинезия правого желудочка	77 %	94 %
Сниженная систолическая экскурсия плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см	59–100 %	81–90 %
Мобильный тромб в правых отделах сердца	20–33 %	96–97 %

Цель исследования: провести критический анализ общепринятых эхокардиографических критериев тромбоэмболии лёгочной артерии для установления наиболее значимых из них при определении тяжести и исходов заболевания.

Материалы и методы

Проанализировано течение тромбоэмболии лёгочной артерии у 286 пациентов высокого и умеренного рисков ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти согласно критериям Европейского общества кардиологов, находившихся на стационарном лечении с 2010 по 2022 гг. Из них у 42 пациентов, со-

ставивших первую группу сравнения, исходом заболевания стала смерть (ТЭЛА со смертельным исходом). Мужчин было 18 человек, женщин – 24. Возраст пациентов колебался от 34 до 92 лет, средний возраст составил $66,5 \pm 12,0$ года. По шкале Pesí, используемой нами для оценки тяжести течения заболевания ввиду учёта в ней большего количества значимых для ТЭЛА клинических характеристик, вероятность ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти у 38,1 % пациента была на уровне 4-го класса, у 61,9 % – 5-го класса.

Выжившие пациенты были распределены в группы с гемодинамически значимым (ТЭЛА гемо-

динамически значимая) и гемодинамически стабильным (ТЭЛА гемодинамически стабильная) течением заболевания.

Гемодинамически значимая ТЭЛА была у 51 пациента. Мужчин было 23 человека, женщин – 28. Возраст пациентов колебался от 27 до 84 лет, средний возраст составил $62,6 \pm 11,8$ года. По шкале Реси 3-й, 4-й и 5-й классы риска ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти были у 17,7 %, 72,5 %, 9,8 % человек соответственно.

ТЭЛА с гемодинамически стабильным течением была у 193 пациентов. Мужчин было 108 человек, женщин – 85. Возраст их колебался в диапазоне от 23 до 95 лет, средний возраст составил $64,7 \pm 13,6$ года. По шкале Реси 3-й, 4-й и 5-й классы ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти были у 48,2 %, 40,9 %, 10,9 % человек соответственно.

Выполнение в первые сутки госпитализации всем пациентам в возрасте 18 лет и старше, общеклинических и биохимических исследований крови, в том числе определение плазменных концентраций тропонина и Д-димера, электрокардиографии, эхокардиографии, ультразвуковой доплерографии вен нижних конечностей, КТ-ангиопульмонографии, являлось критерием включения пациентов в исследование. При несоблюдении представленных условий или выполнении их в не полном объеме пациенты из исследования исключались.

Группы были сопоставимы по уровню проксимальной окклюзии лёгочного артериального русла, объёму его поражения, давности развития ТЭЛА и сопутствующим заболеваниям. Лечение пациентов осуществлялась согласно стратификации риска ранней смерти от ТЭЛА Европейского общества кардиологов.

При помощи методов описательной статистики в исследуемых группах проведена оценка распространённости ЭхоКГ критериев с последующим их сравнительным анализом. Значимость каждого параметра определялась установлением корреляционной зависимости, отношения шансов и диагностических характеристик.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием компьютерной программы «Statistica 10».

Результаты

Проведя сравнение распространённости ЭхоКГ критериев ТЭЛА установлено, что наиболее часто у пациентов со смертельным исходом и гемодинамически значимым течением заболевания регистрировались снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см и повышение систолического давления в лёгочной артерии более 30 мм рт. ст. При этом установлено, что у пациентов первой и второй групп статистически достоверно чаще ($p < 0,01$) регистрировалось систолическое давление в лёгочной артерии более 55 мм рт. ст. (табл. 2).

При сравнении распространённости отношения базальных размеров правого и левого желудочков более 0,9, наличия дискинезии свободной стенки правого желудочка, уплощения межжелудочковой перегородки, расширения нижней полой вены более 20 мм с отсутствием её коллабирования при дыхании на 50 % и более, трикуспидальной регургитации 2 степени и выше, даже при их детализации, статистически достоверных различий не установлено. Так же установлено, что у 13,6 % пациентов, не зависимо от группы сравнения, снижение коллабирования нижней полой вены при дыхании 50 % и более было без её расширения.

При сравнении средних значений отношения базальных размеров правого и левого желудочков была установлена статистически достоверная разница ($p < 0,01$) в пользу пациентов первой и второй групп при его повышении более 1,1, что было подтверждено и анализом распространённости данного значения. Так, у пациентов с ТЭЛА со смертельным исходом и гемодинамически значимым течением отношение базального размера правого и левого желудочков более 1,1 было в 57,1 % и 43,1 % случаев против 8,8 % у пациентов группы с гемодинамически стабильной ТЭЛА, что позволяет считать данное значение пороговым.

Ещё одним значимым прогностическим показателем для пациентов первой и второй групп было снижение уровня ударного объёма. Причем, закономерно, чем ниже был уровень данного параметра, тем более значимо и угрожающе протекало заболевание. Так у 69 % пациентов с гемодинамически значимой ТЭЛА этот показатель был менее 45 мл, а у 66,7 % пациентов группы ТЭЛА со смертельным исходом – менее 35 мл.

Таблица 2. Распространённость ЭхоКГ критериев ТЭЛА у пациентов со смертельным исходом, нестабильной и стабильной гемодинамикой**Table 2.** Prevalence of echocardiography criteria in fatal pulmonary embolism, unstable and stable hemodynamics

ЭхоКГ критерии ТЭЛА	Группа пациентов			p ₁	p ₂	p ₃
	ТЭЛА со смертельным исходом (n = 42)	ТЭЛА гемодинамически значимая (n = 51)	ТЭЛА гемодинамически стабильная (n = 193)			
Размеры правого желудочка в 4-камерной позиции, см	4,4 ± 1,1	4,35 ± 0,64	4,32 ± 0,53	0,79	0,48	0,73
Отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 0,9	61,8 %	58,8 %	58 %	0,77	0,65	0,92
Среднее значение отношения базальных размеров правого и левого желудочков	1,1 ± 0,13	1,16 ± 0,15	0,96 ± 0,17	0,04	< 0,01	< 0,01
Дискинезия правого желудочка	4,8 %	9,8 %	6,2 %	0,37	0,73	0,37
Дилатация правого предсердия более 65 мл	40,5 %	60,7 %	79,8 %	0,06	< 0,01	< 0,01
Лёгочная гипертензия более 30 мм рт. ст.	100 %	92,2 %	67,9 %	0,07	< 0,01	< 0,01
Лёгочная гипертензия более 55 мм рт. ст.	57,1 %	74,5 %	31,6 %	0,08	< 0,01	< 0,01
Среднее значение систолического давления в лёгочной артерии, мм рт. ст.	54,3 ± 19,5	57,9 ± 13,5	58,5 ± 15,6	0,29	0,13	0,8
Трикуспидальная регургитация 2 степени	26,1 %	23,5 %	15 %	0,82	0,09	0,15
Трикуспидальная регургитация 3 степени	19,1 %	15,7 %	15 %	0,67	0,51	0,9
Уплотнение межжелудочковой перегородки	31 %	15,7 %	25,4 %	0,42	0,08	0,15
Расширение нижней полой вены более 20 мм с отсутствием коллабироваия её на вдохе на 50 % и более	40,5 %	45,1 %	35,2 %	0,66	0,52	0,19
Среднее значение ударного объёма сердца, мл	29,6 ± 4,6	42,8 ± 10,1	65,9 ± 8,3	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см	21,4 %	15,7 %	2,1 %	0,48	< 0,01	< 0,01

Примечание: сравнение распространенности ЭхоКГ критериев ТЭЛА у пациентов: p₁ – первой и второй групп сравнения; p₂ – первой и третьей групп сравнения; p₃ – второй и третьей групп сравнения.

Таким образом, по результатам сравнительного анализа распространённости и средних значений ЭхоКГ критериев перегрузки правых отделов сердца можно утверждать, что для развития гемодинамически значимой ТЭЛА, в том числе угрожающей смертельным исходом, характерны следующие показатели: увеличение отношения базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1, повышение систолического давления в лёгочной артерии более 55 мм рт. ст., снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см и уменьшение ударного объёма сердца менее 45 мл. Значимость этих параметров для тяжести течения заболевания и его исходов была подтверждена при проведении анализа корреляционной зависимости, при котором также, несмотря на отсутствие статистически достоверной разницы в группах сравнения при анализе распространённости, была установлена взаимосвязь с наличием дискинезии свободной стенки правого желудочка и уплотнения межжелудочковой перегородки.

Установлены статистически значимые сильные взаимосвязи между пятым классом вероятности ранней смерти от ТЭЛА по шкале Pesì со следующими ЭхоКГ критериями: снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см ($r = 0,9$), снижение ударного объёма сердца менее 45 мл ($r = 0,81$), уплотнение межжелудочковой перегородки ($r = 0,76$). Умеренная корреляция – при наличии отношения базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1 ($r = 0,69$), дискинезии правого желудочка ($r = 0,67$), повышения систолического давления в лёгочной артерии более 55 мм рт. ст. ($r = 0,67$). Также установлена менее выраженная корреляция этих и остальных исследуемых параметров с более низкими классами. Остальные параметры не обладали значимой корреляционной зависимостью ни с одним из классов риска ранней смерти от ТЭЛА по шкале Pesì (табл. 3).

При проведении корреляционного анализа ЭхоКГ признаков перегрузки правых отделов сердца и вероятности развития ранней ТЭЛА-

ассоциированной смерти согласно критериям Европейского общества кардиологов, закономерно установлено, что все ЭхоКГ симптомы имели отрицательную зависимость с низким риском смерти. У пациентов с высокой и умеренно-высокой вероятностью высокая корреляция была установлена со снижением ударного объёма сердца менее 35 мл за одну систолу ($r = 0,93$ и $r = 0,77$ соответственно), значимая – со снижением систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см ($r = 0,87$ и $r = 0,71$ соответственно), уплотнением межжелудочковой перегородки

($r = 0,71$ и $r = 0,7$ соответственно), повышением систолического давления в лёгочной артерии более 55 мм рт. ст. ($r = 0,69$ и $r = 0,68$ соответственно), отношением базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1 ($r = 0,58$ и $r = 0,59$ соответственно), дискинезией правого желудочка ($r = 0,59$ и $r = 0,53$ соответственно). У пациентов с умеренно-низким риском ни по одному из ЭхоКГ показателей дисфункции правого желудочка не установлено значимой корреляционной зависимости (табл. 4).

Таблица 3. Корреляционная зависимость ЭхоКГ критериев перегрузки правых отделов сердца и классов вероятности ранней смерти по шкале Pesi

Table 3. Correlation dependence of echocardiography criteria for overload of the right parts of the heart and the probability classes of early death on the Pesi scale

ЭхоКГ критерий ТЭЛА	Класс пациентов по шкале Pesi				
	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5
Отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1	-0,59	-0,42	0,23	0,57	0,69
Дискинезия правого желудочка	-0,67	0,21	0,34	0,42	0,67
Дилатация правого предсердия более 65 мл	-0,46	-0,51	0,39	0,51	0,4
Лёгочная гипертензия более 55 мм рт. ст.	-0,88	-0,62	0,27	0,43	0,58
Трикуспидальная регургитация 2 ст. и выше	0,21	0,31	0,38	0,31	0,34
Расширение нижней полой вены более 20 мм	-0,38	0,23	0,36	0,43	0,28
Уплотнение межжелудочковой перегородки	-0,32	-0,26	0,12	0,43	0,76
Отсутствие коллабирования нижней полой вены на вдохе на 50 % и более	-0,73	-0,39	0,1	0,24	0,39
Снижение ударного объёма сердца менее 45 мл	-0,78	-0,66	0,3	0,73	0,81
Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см	-0,96	-0,92	0,2	0,56	0,9

Примечание: выделенные значения имеют статистическую значимость ($p < 0,01$).

Таблица 4. Корреляционная зависимость ЭхоКГ симптомов перегрузки правых отделов сердца и риска ТЭЛА-ассоциированной смерти согласно критериям Европейского общества кардиологов

Table 4. Correlation of echocardiography symptoms of overload of the right heart and the risk of PE-associated death according to the criteria of the European Society of Cardiology

ЭхоКГ критерий ТЭЛА	Вероятность ТЭЛА-ассоциированной смерти			
	Высокий риск	Умеренно-высокий риск	Умеренно-низкий риск	Низкий риск
Отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1	0,58	0,59	0,33	-0,62
Дискинезия правого желудочка	0,59	0,53	0,23	-0,59
Дилатация правого предсердия более 65 мл	0,22	0,14	0,12	-0,41
Лёгочная гипертензия более 55 мм рт. ст.	0,69	0,68	-0,56	-0,99
Трикуспидальная регургитация 2 ст. и выше	0,34	0,38	0,32	-0,86
Расширение нижней полой вены более 20 мм	0,29	0,25	0,18	-0,36
Уплотнение межжелудочковой перегородки	0,71	0,70	0,12	-0,51
Отсутствие коллабирования нижней полой вены на вдохе на 50 % и более	0,34	0,39	0,18	-0,67
Снижение ударного объёма сердца менее 45 мл	0,93	0,77	0,34	-0,92
Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см	0,87	0,71	0,4	0,2

Примечание: выделенные значения имеют статистическую значимость ($p < 0,01$).

При проведении анализа отношения шансов было установлено, что риск развития смерти в порядке убывания вероятности повышают следующие ЭхоКГ показатели: снижение ударного объёма сердца менее 35 мл, отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1, снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см, уплощение межжелудочковой перегородки, дискинезия свободной стенки правого желудочка. Для развития гемодинамически значимой ТЭЛА в порядке убывания значимость имели следующие ЭхоКГ показатели: снижение ударного объёма сердца менее 45 мл, отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1, уплощение межжелудочковой перегородки, снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см, систолическое давление в лёгочной артерии более 55 мм рт. ст. (табл. 5).

Таблица 5. Значимость ЭхоКГ критериев перегрузки правых отделов сердца для ТЭЛА со смертельным исходом и гемодинамически не стабильным течением заболевания

Table 5. The significance of echocardiographic criteria for overload of the right parts of the heart for PE with a fatal outcome and hemodynamically unstable course of the disease

ЭхоКГ критерий	Показатели		
	р	ОШ	95 % ДИ
Значимость для ТЭЛА со смертельным исходом			
Снижение ударного объёма сердца менее 35 мл	< 0,01	72,6	7,8–81,1
Отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1	< 0,01	16,4	1,9–46,2
Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см	< 0,01	12,9	1,6–101,4
Уплощение межжелудочковой перегородки	< 0,01	11,4	2,9–44,9
Дискинезия правого желудочка	0,04	4,7	0,6–12,8
Значимость для ТЭЛА с нестабильным течением			
Снижение ударного объёма сердца менее 45 мл	< 0,01	44,6	2,9–48,2
Отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1	0,01	4,16	1,12–12,52
Уплощение межжелудочковой перегородки	0,003	3,09	1,2–29,28
Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см	0,02	1,8	1,1–6,5
Лёгочная гипертензия более 55 мм рт. ст.	0,03	1,1	1,4–9,71

Таблица 6. Диагностические характеристики ЭхоКГ критериев перегрузки правых отделов при ТЭЛА для оценки гемодинамической стабильности пациентов и наступления смерти

Table 6. Diagnostic characteristics of echocardiography criteria for overload of the right parts in PE to assess the hemodynamic stability of patients and the onset of death

Параметр	Диагностическая характеристика			
	Смертельный исход		Гемодинамическая нестабильность	
	Чувствительность	Специфичность	Чувствительность	Специфичность
Отношение базальных размеров правого и левого желудочков более 1,1	67,3 %	75,4 %	70,4 %	82,6 %
Дискинезия правого желудочка	67,3 %	88,2 %	69,4 %	76,3 %
Уплощение межжелудочковой перегородки	74,1 %	82,6 %	31,1 %	21,6 %
Систолическое давление в лёгочной артерии более 55 мм рт. ст.	77,2 %	68,3 %	66,1 %	57,5 %
Трикуспидальная регургитация 2 ст. и выше	63,8 %	59,4 %	70,7 %	57 %
Дилатация правого предсердия более 65 мл	51,4 %	47,2 %	67,3 %	71,9 %
Расширение нижней полой вены более 20 мм	56,8 %	62,7 %	73,4 %	81,1 %
Ударный объём сердца менее 45 мл	85,1 %	91,9 %	98,8 %	98,2 %
Ударный объём сердца менее 35 мл	96,7 %	97,8 %	98,4 %	98,7 %
Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см	72,2 %	66,1 %	64,3 %	89,6 %

Обсуждения

Поведя сравнение полученных в результате исследования данных, нами установлены не высокие диагностические характеристики для всех общепринятых эхокардиографических критериев перегрузки правых отделов сердца при тромбозу лёгочной артерии для определения тяжести её течения. Полученные результаты были в тех же диапазонах, что и отражённые в доступной литературе [10, 12]. Подтверждена диагностическая и прогностическая значимость снижения систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см как одного из самых информативных показателей. Нами, так же как и другими исследователями, получены высокие чувствительность и специфичность для данного параметра [11].

Установлена при сравнительном, корреляционном анализе и определении отношения шансов высокая значимость такого мало используемого и недооценённого в клинических рекомендациях показателя эхокардиографии, как ударный объём сердца [2, 5, 10]. Определены его пороговые зна-

чения, ассоциированные с тяжестью течения и исходами заболевания. Значимость данного параметра была доказана и высокими показателями чувствительности и специфичности составлявшими 85,1–98,8 % и 91,9–98,7 % соответственно.

Установленная значимость в определении тяжести течения ТЭЛА и прогнозировании её исходов для ударного объёма сердца создаёт огромные перспективы при разработке новых высокоинформативных ЭхоКГ критериев дисфункции правого желудочка. Например, учитывая, что по законам физиологии объёмы крови, выбрасываемые в лёгочную артерию и аорту равны, возможны попытки создания новой формулы вычисления давления в лёгочном стволе.

Выводы

Снижение систолической экскурсии плоскости трикуспидального клапана менее 1,6 см и уменьшение ударного объёма сердца менее 45 мл являются самыми значимыми показателями эхокардиографии при оценке тяжести и прогноза тромбозу лёгочной артерии.

Литература/References

- 1 Муллова И.С., Чаулин А.М., Свечков Н.А. и др. Экспериментальные модели тромбозу лёгочной артерии. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(1S):4887. [Mullova I.S., Chaulin A.M., Svecchkov A.I., et al. Experimental models of pulmonary embolism. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(1S):4887. (In Russ)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-4887>
- 2 Konstantinides S., Meyer G., Becattini C. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *European Heart Journal*. 2020;41;543–603. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz405>
- 3 Димитриева О.В., Бусалаева Е.И., Васильева Н.П. и др. Тромбозу лёгочной артерии в реальной клинической практике. *Забайкальский медицинский вестник*. 2020;4;7–26. [Dimitrieva O.V., Busalaeva E.I., Vasilieva N.P. et al. Pulmonary thrombosis in real clinical practice. *Transbaikalian medical bulletin*. 2020;4;17–26. (In Russ)].
- 4 Макарова Н.В., Бусалаева Е.И., Туйзарова И.А., Визе-Хрипунова М.А. Сложности диагностики тромбозу лёгочной артерии в клинической практике. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2022;3:35–42. [Makarova N.V., Busalaeva E.I., Tuyzarova I.A., Vize-Khripunova M.A. Slozhnosti diagnostiki tromboembolii legochnoy arterii v klinicheskoy praktike [Pulmonary embolism: Challenges in clinical diagnosis]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskij zhurnal*. 2022;3:35–42. (In Russ)]. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2022-3-35-42>
- 5 Затевахин И.И., Кириенко А.И., Стойко Ю.М. и др. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен. *Флебология*. 2018;12(3):146–240. [Zatevakhin I.I., Kiriienko A.I., Stoiko Yu. M., et al. Diagnostics and Treatment of Chronic Venous Disease: Guidelines of Russian Phlebological Association. *Flebologiya*. 2018;12(3):146–240. (In Russ)]. <https://doi.org/10.17116/flebo20187031146>
- 6 Кочмарева Е.А., Кокорин В.А., Волкова А.Л. и др. Предикторы краткосрочных осложнений тромбозу лёгочной артерии высокого и промежуточного риска. *Российский кардиологический журнал*. 2017;9:7–12. [Kochmareva E.A., Kokorin V.A., Volkova A.L. et al. Predictors of short term outcomes in high and moderate risk pulmonary thromboembolism. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;9:7–12. (In Russ)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-9-7-12>
- 7 Barco S., Mahmudpur S.H., Plunketka B. et al. Prognostic value of right ventricular dysfunction or elevated cardiac biomarkers in patients with low-risk pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2019;41:902–910. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy873>
- 8 Нетьлько Ю.Э., Тетерина М.А., Писарюк А.С. и др. Прогностическое значение эхокардиографических параметров у пациентов с тромбозу лёгочной артерии. *Клиническая фармакология и терапия*. 2021;30(3):52–56. [Netylko J., Teterina

- М., Pisaryuk A. et al. Prognostic value of echocardiographic parameters in patients with pulmonary embolism. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya*. 2021;30(3):52–56 (In Russ)]. <https://doi.org/10.32756/0869-5490-2021-3-52-56>
- 9 Авдеев С.Н., Барбараш О.Л., Баутин А. Е. и др. Лёгочная гипертензия, в том числе хроническая тромбоэмболическая лёгочная гипертензия. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(12):4683. [Avdeev S.N., Barbarash O.L., Bautin A.E. et al. 2020 Clinical practice guidelines for Pulmonary hypertension, including chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(12):4683. (In Russ)]. <https://doi.org/10.15829/1560-40712021-4683>
- 10 Панченко Е.П., Балахонова Т.В., Данилов Н.М. и др. Диагностика и лечение тромбоэмболии лёгочной артерии: клинические рекомендации Евразийской ассоциации кардиологов для практических врачей (2021). *Евразийский кардиологический журнал*. 2021;1:44–77. [Panchenko E.P., Balahonova T.V., Danilov N.M. et al. Diagnosis and Management of pulmonary embolism: Eurasian Association of Cardiology (EAC) Clinical Practice Guidelines (2021). *Eurasian heart journal*. 2021;1:44–77. (In Russ)]. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2021-1-44-77>
- 11 Lahham S., Fox J.C., Thompson M. et al. Tricuspid annular plane of systolic excursion to prognosticate acute pulmonary symptomatic embolism (TAPSE/PAPSE study). *J Ultrasound Med*. 2019;38(3):695–702. <https://doi.org/10.5811/westjem.2019.11.44968>
- 12 Нетьлько Ю.Э., Тетерина М.А., Писарюк А.С. и др. Прогностическое значение эхокардиографических параметров у пациентов с тромбоэмболией лёгочной артерии// Клиническая фармакология и терапия. 2021;30(3):52–56. [Netylko J., Teterina M., Pisaryuk A. et al. Prognostic value of echocardiographic parameters in patients with pulmonary embolism. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya*. 2021;30 (3):52–56 (In Russ)]. <https://doi.org/10.32756/0869-5490-2021-3-52-56>
- 13 Bartholomew JR. Pulmonary Embolism in the Intensive Care Unit: Therapy in Subpopulations. *Crit Care Clin*. 2020;36(3):547–560. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2020.03.001>.
- 14 Kaplovitch E, Shaw JR, Douketis J. Thrombolysis in Pulmonary Embolism: An Evidence-Based Approach to Treating Life-Threatening Pulmonary Emboli. *Crit Care Clin*. 2020;36(3):465–80. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2020.02.004>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding. This research received no external funding.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Авторская справка

**Пронин Андрей
Геннадьевич**

доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры внутренних болезней, Московский медицинский университета «Реавиз»; врач кардиолог, Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

E-mail: lek32@yandex.ru

ORCID 0000-0002-8530-2467

Вклад в статью 34 % – разработка концепции исследования, анализ данных литературы и постановка задачи

**Сивохина Наталья
Юрьевна**

кандидат медицинских наук, врач функциональной диагностики, Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

ORCID 0000-0003-4553-6389

Вклад в статью 33 % – анализ данных функционального исследования пациентов

**Гончаров Михаил
Александрович**

врач кардиолог отделения кардиологии, Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

ORCID 0000-0001-6991-1599

Вклад в статью 33 % – анализ клинических данных, написание текста работы

Статья поступила 19.12.2022

Одобрена после рецензирования 16.02.2023

Принята в печать 25.02.2023

Received December, 19th 2022

Approved after reviewing February, 16th 2023

Accepted for publication February, 25th 2023