

Сопоставление общепринятых и разработанных эхокардиографических критериев тромбоэмболии легочной артерии

Пронин А.Г., Сивохина Н.Ю., Гончаров М.А.

ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова»
Минздрава России, Москва, Россия.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пронин Андрей Геннадьевич, д-р мед. наук, доцент, врач-кардиолог отделения кардиологии с палатой реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия. ORCID: 0000-0002-8530-2467

Сивохина Наталья Юрьевна*, канд. мед. наук, врач функциональной диагностики отделения функциональной диагностики ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия. ORCID: 0000-0003-4553-6389

Гончаров Михаил Александрович, врач кардиолог отделения кардиологии ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия. ORCID: 0000-0001-6991-1599

Цель — провести сопоставление общепринятых и разработанных эхокардиографических (ЭхоКГ) критериев тяжести течения и прогноза исходов тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) с установлением наиболее значимых из них.

Материал и методы. В исследование были включены 428 больных с ТЭЛА, из которых у 42 наступила смерть, у 51 заболевание носило гемодинамически значимый характер. Остальные пациенты были гемодинамически стабильны. У 193 из них были признаки перегрузки правых отделов сердца при ЭхоКГ, у 142 – этих критериев не было. В исследуемых группах проведена оценка распространенности общепринятых и разработанных ЭхоКГ критериев с последующим их сравнительным анализом и определением значимости каждого параметра.

Результаты. Подтверждена значимость обладавших для установления тяжести течения заболевания и наступления смертельного исхода самыми высокими диагностическими чувствительностью и специфичностью,

таких общепринятых Эхо-КГ критериев перегрузки правых отделов сердца, как наличие уплощение межжелудочковой перегородки (74,1 % и 82,6 % соответственно) и дискинезии свободной стенки правого желудочка (67,3 % и 88,2 % соответственно).

Доказано, что более информативно оценивать не уровень давления в легочной артерии, а рассчитывать градиент давления на ее клапане. Снижение данного параметра менее 16 мм рт.ст. высоко ($r=0,99$) ассоциировано с гемодинамически значимым течением заболевания, а менее 12 мм рт.ст. — со смертью.

Расчетный объем трикуспидальной регургитации, особенно в соотношении с объемом правого предсердия, более наглядно и информативно, чем степень трикуспидальной регургитации, отражает перегрузку правых отделов сердца и позволяет оценивать его динамику на фоне терапии.

Заключение. Установленные наиболее значимые Эхо-КГ общепринятые и разработанные критерии позво-

ляют оптимизировать стратификацию пациентов по тяжести течения ТЭЛА и прогнозированию ее исходов.

Ключевые слова: тромбоз легочной артерии, эхокардиография, диагностические и прогностические критерии, перегрузка правого желудочка объемом и давлением.

Конфликт интересов: не заявлен.

Поступила: 27.11.2023

Принята: 20.01.2024



Для цитирования: Пронин А.Г., Сивохина Н.Ю., Гончаров М.А. Сопоставление общепринятых и разработанных эхокардиографических критериев тромбоза легочной артерии. Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2024. 12(41): 33-40. DOI: 10.24412/2311-1623-2024-41-33-40

Comparison of conventional and developed echocardiographic criteria of pulmonary embolism

Pronin A.G., Sivokhina N.Y., Goncharov M.A.

Federal State Budgetary Institution "National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

AUTHORS

Andrey G. Pronin, MD, PhD, Associate Professor, cardiologist, Department of Cardiology with Intensive Care Unit, National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0002-8530-2467

Natalya Yu. Sivokhina, MD, PhD, Department of Functional Diagnostics, National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0003-4553-6389

Mikhail A. Goncharov, cardiologist, Department of Cardiology, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0001-6991-1599

The aim of the study was to compare the conventional and developed echocardiographic (EchoCG) criteria of severity of the course and prognosis of pulmonary embolism (PE) outcomes and to establish the most significant of them.

Methods. The study included 428 patients with PE, of whom 42 died and 51 had hemodynamically significant course of the disease. The remaining patients were hemodynamically stable. Of these, 193 had evidence of right heart overload on echocardiography and 142 did not. The prevalence of commonly accepted and developed EchoCG criteria was assessed in the study groups with subsequent comparative analysis and determination of the significance of each parameter.

Results. The significance of such common Echo-CG criteria of right heart overload as the presence of interventricular septal flattening (74.1% and 82.6%, respectively) and right ventricular free wall dyskinesia (67.3% and 88.2%, respectively), which have the highest diagnostic sensitivity and specificity for determining the severity of the disease course and fatal outcome, was confirmed. It has been proved that it is more informative to estimate not the level of pressure in the pulmonary artery, but to calculate the pressure gradient on its valve. Decrease of this parameter less than 16 mmHg is highly ($r=0.99$)

associated with hemodynamically significant course of the disease, and less than 12 mmHg — with death. The calculated volume of tricuspid regurgitation, especially in correlation with the right atrial volume, more clearly and informatively reflects the overload of the right heart chambers than the degree of tricuspid regurgitation, and allows to assess its dynamics during therapy.

Conclusion. The determined generally accepted and developed Echo-CG criteria allow to optimize the stratification of patients according to the severity of PE course and prediction of its outcomes.

Keywords: pulmonary embolism, echocardiography, diagnostic and prognostic criteria, right ventricular volume and pressure overload.

Conflict of interests: none declared.

Received: 27.11.2023

Accepted: 20.02.2024

For citation: Pronin A.G., Sivokhina N.Y., Goncharov M.A. Comparison of conventional and developed echocardiographic criteria of pulmonary embolism. International Journal of Heart and Vascular Diseases. 2024. 12(41): 33-40. DOI: 10.24412/2311-1623-2024-41-33-40

Список сокращений

ПЖ — правый желудочек
ТЭЛА — тромбоэмболия легочной артерии
ЭхоКГ — эхокардиография
Vтр — объем трикуспидальной регургитации
Vпп — объем правого предсердия
Vтр/Vпп — отношение объемов трикуспидальной регургитации и правого предсердия

Рла — расчетное давление в легочной артерии
Рпж — давление в правом желудочке
 Δ Ртк — градиент давления на трикуспидальном клапане
 Δ Рла — градиент давления на клапане легочной артерии

Введение

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) — это внезапная полная или частичная закупорка ветвей легочной артерии тромботическими массами, становящимися препятствием на пути нормального тока крови, что обуславливает повышение давления в правом желудочке (ПЖ) и увеличение его размеров [1, 2]. При значительной перегрузке ПЖ у больных может развиваться, вследствие функциональной недостаточности трикуспидального клапана, увеличение выраженности регургитации крови в правое предсердие с расширением нижней полой вены более 20 мм и снижением ее коллабирования при дыхании, а также развитие зон дискинезии, как правило, свободной стенки ПЖ при сохраненной подвижности верхушки [3, 4]. Все эти признаки могут быть диагностированы при помощи эхокардиографии (ЭхоКГ), которая представляет собой самый широко распространенный и доступный метод оценки морфологических и функциональных изменений сердца и его клапанного аппарата. Удобство ультразвукового исследования сердца при ТЭЛА заключается, прежде всего, в возможности оценить все изменения в реальном времени у постели больного, и при его тяжелом состоянии помогает быстрой диагностике заболевания [5, 6].

ЭхоКГ, согласно современным представлениям, отводится не малая роль в установлении тяжести течения заболевания и вероятности наступления смерти у больных ТЭЛА. У гемодинамически нестабильного больного с подозрением на ТЭЛА бесспорные признаки перегрузки давлением или дисфункции ПЖ становятся основанием для неотложного начала реперфузионной терапии при отсутствии возможности выполнения КТ-ангиографии [1, 6, 7].

Однако, с учетом особенностей геометрии ПЖ, не существует единого ЭхоКГ показателя, по которому можно было бы быстро и надежно установить его дисфункцию, а течение заболевания далеко не всегда сопровождается типичными признаками [8, 9]. Поэтому ЭхоКГ диагностика ТЭЛА сложна, а

значимость ЭхоКГ критериев варьирует в разных исследованиях [10, 11]. Все это обуславливает актуальность поиска новых более точных критериев, отражающих степень дисфункции ПЖ [12, 13].

Цель исследования — провести сопоставление общепринятых и разработанных эхокардиографических критериев тяжести течения и прогноза исходов ТЭЛА с установлением наиболее значимых из них.

Материалы и методы

Проанализировано течение ТЭЛА у 428 пациентов, находившихся на стационарном лечении с 2010 по 2022 гг. Из них у 42 больных, несмотря на проводимую терапию, исходом заболевания стала смерть (ТЭЛА со смертельным исходом). Они составили первую группу сравнения. Мужчин было 18, женщин — 24. Возраст пациентов колебался от 34 до 92 лет, средний возраст составил $66,5 \pm 12,0$ лет. По шкале ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти Pesi у 38,1 % больных был 4 класс, у 61,9 % — 5 класс.

Гемодинамически значимая ТЭЛА была у 51 больного, которые составили вторую группу. Мужчин было 23, женщин — 28. Возраст пациентов колебался от 27 до 84 лет, средний возраст составил $62,6 \pm 11,8$ лет. По шкале ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти Pesi у 17,7 % пациентов был третий класс, у 72,5 % — четвертый, у 9,8 % — пятый.

Третью группу, больных ТЭЛА с гемодинамически стабильным течением и наличием ЭхоКГ критериев перегрузки ПЖ, составили 193 пациента. Мужчин было 108, женщин — 85. Возраст пациентов колебался в диапазоне от 23 до 95 лет, средний возраст составил $64,7 \pm 13,6$ лет. По шкале Pesi у 48,2% больных был третий, у 40,9 % — четвертый, у 10,9 % — пятый класс ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти.

Четвертую, дополнительную контрольную группу составляли 142 пациента, в возрасте от 28 до 80 лет, в среднем — $55,5 \pm 16,2$ лет. Данная группа применялась для определения пороговых значе-

ний, разработанных ЭхоКГ параметров у больных с отсутствием признаков перегрузки правых отделов сердца. Мужчин было 70, женщин — 72. Первый класс ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти по шкале Pesi был у 37,3 % пациентов данной группы, второй — у 62,7 % больных.

Группы были сопоставимы по давности развития ТЭЛА и сопутствующим заболеваниям. Лечение больных осуществлялась согласно стратификации риска ранней смерти от ТЭЛА Европейского общества кардиологов.

Критерии включения пациентов в исследование: возраст 18 лет и старше; наличие достоверно подтвержденной, при помощи КТ-ангиопульмонографии, ТЭЛА; выполнение в первые сутки при госпитализации общеклинических и биохимических исследований крови с определением уровня плазменной концентрации тропонина и Д-димера, электрокардиографии, ЭхоКГ, ультразвукового ангиосканирования вен нижних конечностей.

Тяжесть течения заболевания оценивали при помощи включающего большое количество клинических характеристик индекса Pesi. Вероятность ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти согласно критериям Европейского общества кардиологов.

Критериями исключения пациентов из исследования были: смерть или выписка больного из стационара до проведения всех необходимых исследований в полном объеме.

Статистический анализ

На основании формулы элементарной физики объема жидкости, протекающей через отверстие определенного диаметра под градиентом давления на разных его сторонах (1), были рассчитаны объем трикуспидальной регургитации ($V_{тр}$) и градиент давления на клапане легочной артерии ($\Delta P_{ла}$) [14, 15].

$$V = \eta \times S \sqrt{\frac{2x \Delta P}{\rho}} \quad (1),$$

где:

V — объем крови протекающий через отверстие за одну систолу;

η — коэффициент сжатия струи, равный для малых отверстий 0,62;

ΔP — градиент давления на разных сторонах отверстий;

ρ — плотность крови, равная 1060 кг/м³;

S — площадь сечения потока жидкости через отверстия.

Для расчета давления в легочной артерии ($P_{ла}$) использовалась формула (2):

$$P_{ла} = P_{пж} - \Delta P_{ла} \quad (2),$$

где:

$P_{ла}$ — расчетное давление в легочной артерии;

$P_{пж}$ — давление в правом желудочке, которое в настоящее время рассчитывается как «систолическое давление в легочной артерии» при ЭхоКГ;

$\Delta P_{ла}$ — разность давления в правом желудочке и легочной артерии, который рассчитывался по установленной ранее формуле.

На основании данных формул были определены: объем трикуспидальной регургитации и его соотношение с объемом правого предсердия ($V_{тр}/V_{пп}$), а также градиент давления на клапане легочной артерии и давление в легочном стволе. Установлены пороговые значения для каждого из этих параметров.

При помощи методов описательной статистики в исследуемых группах проведена оценка распространенности общепринятых и разработанных ЭхоКГ критериев, установлена корреляционная зависимость каждого общепринятого и разработанного параметра с тяжестью течения заболевания и наступлением смерти, определены их диагностические характеристики с последующим сравнительным анализом.

Для статистической обработки и анализа результатов использовалась прикладная программа Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., США). Данные представлены в виде: абсолютное количество случаев (n), распространенность признака (%), среднее значение (M) и квадратическое отклонение (SD). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при n менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при n более 50). Все распределения были правильными. Статистическая значимость различий оценивалась с использованием критерия t — Стьюдента. При помощи установления корреляционной зависимости по Пирсону (r), а также метода отношения шансов определена значимость каждого параметра, а также их диагностических характеристик. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

У больных ТЭЛА первой, второй и третьей групп сравнения была установлена распространенность таких общепринятых ЭхоКГ критериев, как: увели-

чение отношения базальных размеров правого и левого желудочков более 0,9, которое составляло 61,8 %, 58,8 % и 58 % пациентов соответственно; наличие дискинезии свободной стенки ПЖ, регистрировавшегося у 4,8 %, 9,8 % и 6,2 % больных соответственно; уплощение межжелудочковой перегородки — у 31 %, 15,7 % и 25,4 % пациентов соответственно. Сравнив полученные данные, статистически достоверной разницы ($p > 0,05$) установлено не было. Однако была установлена высокая корреляционная зависимость с тяжестью состояния ($r=0,76$) по шкале Pesí, умеренно-высоким ($r=0,71$) и высоким ($r=0,70$) риском ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти согласно критериям Европейского общества кардиологов, а также наступлением смертельного исхода ($r=0,79$) для наличия при ЭхоКГ уплощения межжелудочковой перегородки. Умеренная корреляционная зависимость установлена между теми же данными и визуализацией дискинезии свободной стенки ПЖ, коэффициент корреляции составлял 0,67, 0,53, 0,59, 0,54 соответственно. Диагностические характеристики уплощения межжелудочковой перегородки и дискинезией свободной стенки ПЖ были одними из самых высоких среди сравниваемых общепринятых параметров и составляли: чувствительность — 74,1 % и 67,3 % соответственно, специфичность — 82,6 % и 88,2 % соответственно.

Следующим, широко применяемым критерием для диагностики и определения тяжести состояния пациентов с ТЭЛА, является повышение систолического давления в легочной артерии. Нами подтверждена значимая корреляционная зависимость ($r=0,58$) между повышением систолического давления в легочной артерии более 55 мм рт.ст. и 5 классом тяжести течения заболевания по шкале Pesí, а так же высоким ($r=0,69$) и умеренно-высоким ($r=0,68$) рисками ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти согласно критериям Европейского общества кардиологов. Однако, учитывая не очень высокие для прогнозирования смертельного исхода и тяжести состояния больных, диагностические чувствительности (66,1 % и 71,2 % соответственно) и специфичности (57,5 % и 68,3 % соответственно), нами была предпринята попытка создания нового метода расчета давления в легочной артерии. При отсутствии перегрузки правых отделов сердца расчетное давление в легочном стволе было в диапазоне от 2 до 12 мм рт.ст., а чем выше был данный показатель, тем более выражено протекало заболевание. При значениях Рла более 35 мм рт.ст. у 68,6 % больных ТЭЛА была гемодинамически значимая, а при уровне более 45 мм рт.ст. — у 83,3 %

пациентов заболевание заканчивалось смертью. Это подтверждалось корреляционным анализом, при котором установлена высокая корреляционная зависимость с тяжестью состояния ($r=0,79$) по шкале Pesí и высоким риском ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти согласно критериям ЕОК ($r=0,93$). При сравнении полученных результатов установлено, что повышение давления в легочной артерии по разработанному методу в большей степени коррелирует с тяжестью состояния и исходами, чем при расчете систолического давления в легочной артерии. Тем более, что последнее не истинный метод, а определение давления в полости ПЖ, в то время как предлагаемый метод — это вариант расчета давления именно в стволе легочной артерии. Однако, при сравнении диагностических характеристик предлагаемого метода расчета давления в легочном стволе и общепринятого измерения систолического давления в легочной артерии, не установлено существенного их увеличения. Диагностические чувствительности и специфичности были так же не высоки, 66,7 % и 78,3 % соответственно. Вероятнее всего это связано с тем, что при расчете давления в стволе легочной артерии использовалось рассчитанное по общепринятым принципам давление в полости п/ж — систолическое давление в легочной артерии с его погрешностями в измерениях. Более достоверными диагностическими характеристиками обладало расчетное определение градиента давления на клапане легочной артерии, свободное от расчета систолического давления в легочной артерии.

Расчетный градиент давления на клапане легочной артерии у больных без признаков перегрузки ПЖ в среднем составлял $24,1 \pm 2,8$ мм рт.ст. Чем было выраженнее течение заболевания и гемодинамическая нестабильность больного, тем этот показатель был ниже. У всех больных со смертельным исходом он не превышал 12 мм рт.ст., у больных с нестабильной гемодинамикой в 94,1 % был в диапазоне от 12 до 16 мм рт.ст., а у пациентов со стабильной гемодинамикой в 96,9 % был выше 16 мм рт.ст. Эти данные подтверждаются корреляционным анализом, при котором установлена сильная зависимость с тяжестью течения заболевания. Расчетный градиент давления на клапане легочной артерии при его значениях от 4 до 12 мм рт.ст. высоко коррелировал с 4 классом ($r=0,72$) и очень высоко с 5 классом ($r=0,99$) тяжести течения заболевания по шкале Pesí и высокой вероятностью ранней ТЭЛА-ассоциированной смерти согласно критериям ЕОК ($r=0,96$) и смертельным исходом ($r=1$). Заболевание как правило носило

гемодинамически значимый характер ($r=0,78$) при значениях $\Delta P_{\text{ла}}$ от 12 до 16 мм рт.ст., а при уровне более 16 мм рт.ст. течение ТЭЛА было стабильным ($r=0,77$).

Чувствительность и специфичность данного параметра достаточно высоки. Они составляют для тяжести течения заболевания 92,7 % и 97,8 % соответственно, а для смертельного исхода 100 % и 98,7 % соответственно. Это свидетельствует о большей значимости для установления тяжести течения ТЭЛА и определения прогноза расчета градиента давления по сравнению с определением САД или давления в стволе легочной артерии, согласно предлагаемой формуле.

Определяя расчетный объем трикуспидальной регургитации за одну систолу, установлено, что он полностью соответствовал степени трикуспидальной регургитации согласно источникам литературы, а именно у больных с 1 степенью регургитации не превышал 30 мл, со 2 степенью колебался от 30 до 60 мл, а при 3 степени — был более 60 мл. При этом закономерно было установлено, что чем больше объем регургитации, тем более часто встречаются ассоциированные с ним расширение нижней поллой вены более 2 см и отсутствие ее коллабирова- ния на вдохе на 50 % и более. Так при значениях объема трикуспидальной регургитации менее 30 мл расширение нижней поллой вены более 2 см и отсутствие ее коллабирова- ния на вдохе на 50 % и более было у 12,6 % и у 2,6 % пациентов соответственно, при значениях от 30 до 60 мл — 29,4 % и 19,6 % соответственно, а при объеме регургита- ции более 60 мл — у 86,4 % и 68,3 % больных соответственно.

При сравнении значений расчетного объема трикуспидальной регургитации за одну систолу не установлено его различий для тяжести состояния больных в сравниваемых группах, так же как и не установлено различий распространенности степени трикуспидальной регургитации, расширения нижней поллой вены более 2 см и отсутствие ее коллабирова- ния на вдохе на 50 % и более.

Для оценки выраженности трикуспидальной регургитации важно оценивать не только объем трикуспидальной регургитации, но и его отношение к объему полости правого предсердия, что аналогично методике определения степени трикуспидальной регургитации. Получены равносильные значения между соотношением площадей и объемов. Так в отсутствии патологических изменений $V_{\text{тр}}/V_{\text{пп}}$ было не выше 0,36, что сопоставимо с первой степенью регургитации, а клинически выраженная ТЭЛА была при значениях более 0,6,

что сопоставимо со 2 степенью и выше. Однако определение $V_{\text{тр}}/V_{\text{пп}}$ более наглядно и информативно позволяет предполагать объем крови, выходящий за пределы правого предсердия, а, следовательно, и приводящий к расширению нижней поллой вены более 2 см и отсутствие ее коллабирова- ния на вдохе на 50 % и более за счет перегрузки объемом и давлением. Это подтверждается корреляционным анализом, при котором установлена высокая корреляционная зависимость между $V_{\text{тр}}/V_{\text{пп}}$ и расширением нижней поллой вены более 2 см ($r=0,79$) и отсутствие ее коллабирова- ния на вдохе на 50 % и более ($r=0,76$). Вышеизложенное свидетельствует о возможности с большей информативностью оценивать объем трикуспидальной регургитации и его отношения к объему правого предсердия, чем расширение нижней поллой вены более 2 см и отсутствие ее коллабирова- ния на вдохе на 50 %.

При сравнении средних значений $V_{\text{тр}}/V_{\text{пп}}$ установлено, что у больных со смертельным исходом и гемодинамически не стабильных пациентов они были статистически значимо больше ($p<0,01$), чем у больных со стабильной гемодинамикой, $0,57\pm 0,2$ и $0,66\pm 0,31$ против $0,48\pm 0,18$ соответственно, а при сравнении распространенности степени трикуспидальной регургитации во всех группах статистически достоверных различий не получено ($p>0,05$). Это подтверждает наглядность использования расчетных числовых параметров регургитации и $V_{\text{тр}}/V_{\text{пп}}$ по сравнению со степенью трикуспидальной регургитации как при первичном контакте, так и, в большей степени, для оценки динамики изменений на фоне лечения.

При оценке корреляционной зависимости, используемой в настоящее время методики определения степени трикуспидальной регургитации, установлено, что ее повышение более чем второй степени слабо отражает тяжесть течения заболевания и умеренно ($r=0,31$) коррелирует с наступлением смертельного исхода, а $V_{\text{тр}}/V_{\text{пп}}$ значимо коррелировали с 4 ($r=0,52$) и 5 ($r=0,69$) классами тяжести течения заболевания по шкале Pes_i и наступлением смерти ($r=0,68$). Диагностические чувствительность и специфичность степени трикуспидальной регургитации и $V_{\text{тр}}/V_{\text{пп}}$ были практически одинаковы и составляли для вероятности смертельного исхода чувствительность — 71,5 % и 76,4 %, специфичность — 59,4 % и 54,1 % соответственно, а для тяжести течения заболевания чувствительность — 70,7 % и 64,3 %, специфичность — 57 % и 53,6 % соответственно.

Обсуждение

Нами доказано, что из широко применяемых в настоящее время ЭхоКГ критериев дисфункции ПЖ у больных ТЭЛА наиболее значимыми при установлении тяжести течения заболевания являются уплощение межжелудочковой перегородки и дискинезия свободной стенки ПЖ, что соответствует источникам литературы [1, 10, 11].

Такие ЭхоКГ-критерии как повышение систолического давления в легочной артерии и степени трикуспидальной регургитации, не зависимо от их выраженности, в меньшей степени информативны при определении тяжести течения ТЭЛА и прогнозировании ее исходов, чем предлагаемые расчет градиента давления на клапане легочной артерии и определение отношения объемов трикуспидальной регургитации и правого предсердия [3, 5, 6].

Расчетный объем трикуспидальной регургитации за одну систолу не обладает выраженной диагностической и прогностической значимостью, но позволяет, в отличие от определения степени трикуспидальной регургитации, используемой в настоящее время для косвенной оценки опосредо-

ванной перегрузки правого предсердия, наглядно и информативно оценивать динамику тока крови через трикуспидальный клапан во время систолы [8, 9].

Заключение

Для определения тяжести течения ТЭЛА наиболее эффективно использование таких общепринятых ЭхоКГ критериев перегрузки правых отделов как уплощение межжелудочковой перегородки и дискинезии свободной стенки ПЖ, а определение уровня систолического давления в легочной артерии и степени трикуспидальной регургитации целесообразно заменить на расчет градиента давления на клапане легочной артерии и отношение объемов трикуспидальной регургитации и правого предсердия.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. 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. Russian (Панченко Е.П., Балахонова Т.В., Данилов Н.М. и др. Диагностика и лечение тромбоемболии легочной артерии: клинические рекомендации Евразийской ассоциации кардиологов для практических врачей (2021). Евразийский кардиологический журнал. 2021;1:44-77). DOI:10.38109/2225-1685-2021-1-44-77
2. Fernandes C.J., Luppino Assad A.P., Alves J.L. et al. Pulmonary embolism and gas exchange. Respiration. 2019;98(3):253-262. DOI: 10.1159/000501342
3. Burgos L.M., Scatularo C.E., Cigalini I.M. et al. The addition of echocardiographic parameters to PESI risk score improves mortality prediction in patients with acute pulmonary embolism: PESI-Echo score. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care. 2021;10(3):250-257. DOI:10.1093/ehjacc/zuaa007
4. Lahham S., Fox 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. DOI:10.5811/westjem.2019.11.44968
5. Netylko J., Teterina M., Pisaryuk A. et al. Prognostic value of echocardiographic parameters in patients with pulmonary embolism. Clinical pharmacology and therapy. 2021;30(3): 52-56. Russian (Нетьлько Ю.Э., Тетерина М.А., Писарюк А.С. и др. Прогностическое значение эхокардиографических параметров у пациентов с тромбоемболией легочной артерии. Клиническая фармакология и терапия. 2021;30(3):52-56). DOI: 10.32756/0869-5490-2021-3-52-56
6. Konstantinides S.V. et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC). European Heart Journal. 2020;41:543-603. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz405
7. Bokeriya L.A., Zatevakhin I.I., Kiriyyenko A.I., et al. Russian clinical guidelines for the diagnosis, treatment and prevention of venous thromboembolic complications (VTE). Flebology. 2015;9(4): 2-52. Russian (Бокерия Л.А., Затевахин И.И., Кириенко А.И. и др. Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбоемболических осложнений. Флебология. 2015;9(4):2-52).
8. Dzhioeva O.N., Orlov D.O., Nikitin I.G. Echocardiography in acute cardiovascular care. Part 2. Cardiac and lung ultrasound examination. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2020;9(3): 49-58. Russian (Джиоева О.Н., Орлов Д.О., Никитин И.Г. Эхокардиография в неотложной кардиологии. Часть 2. Ультразвуковое исследование сердца и легких. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2020; 9(3): 49-58). DOI:10.17802/2306-1278-2020-9-3-49-58
9. Lyhne M.D., Kabrhel C., Giordano N. et al. The echocardiographic ratio tricuspid annular plane systolic excursion/pulmonary arterial systolic pressure predicts short-term adverse outcomes in acute pulmonary embolism. Eur

- 40 Пронин А.Г., Сивохина Н.Ю., Гончаров М.А.
Сопоставление общепринятых и разработанных эхокардиографических критериев...
DOI: 10.24412/2311-1623-2024-41-33-40
-
- Heart J Cardiovasc Imaging 2021;22(3):285-294. DOI:10.1093/ehjci/jeaa243
10. 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. Russian (Кочмарева Е.А., Кокорин В.А., Волкова А.Л. и др. Предикторы краткосрочных осложнений тромбоэмболии легочной артерии высокого и промежуточного риска. Российский кардиологический журнал. 2017;9:7-12). DOI:10.15829/1560-4071-2017-9-7-12
11. Bautin A.E., Osovskikh V.V. Acute right ventricular failure. Messenger of Anesthesiology and Resuscitation. 2018;15(5):74-86. Russian (Баутин А.Е., Осовских В.В. Острая правожелудочковая недостаточность. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2018; 15(5):74-86). DOI:10.21292/2078-5658-2018-15-5-74-86
12. Arshad N., Bjøri E., Hindberg K. et al. Recurrence and mortality after first venous thromboembolism in a large population - based cohort. Journal of Thrombosis and Haemostasis. 2017;15(2):295-303. DOI: 10.1111/jth.13587
13. Kochmareva E.A., Kokorin V.A., Volkova A.L. et al. Modern possibilities of prediction of clinical course and outcome of pulmonary embolism. Medical news of north Caucasus. 2017;9: 476-483. Russian (Кочмарева Е.А., Кокорин В.А., Волкова А.Л. и др. Современные возможности прогнозирования клинического течения и исхода тромбоэмболии легочной артерии. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2017;4: 476-483). DOI: 10.14300/mnnc.2017.12133
14. Sivukhin D.V. General course of physics. Vol. I. Mechanics. Textbook for universities. M.: Book on Demand, 2021. 532 p. Russian (Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том I. Механика. Учебное пособие для вузов. М.: книга по требованию, 2021. 532 с.).
15. Shapak A.A. Hydraulics and hydraulic pneumatic drive. Fundamentals of fluid and Gas. Mechanics. 6th ed. M.: INFRA-M, 2017. 271 p. Russian (Шейпак А.А. Гидравлика и гидropневмопривод. Основы механики жидкости и газа. 6-е изд. М.: ИНФРА-М, 2017. 271 с.).