ДЕФОРМАЦИЯ МИОКАРДА ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

Мазур Е.С.¹, Мазур В.В.¹, Рабинович Р.М.², Мясников К.С.², Орлов Ю.А.¹

Цель исследования. Сравнить показатели продольной систолической деформации (стрейна) миокарда правого желудочка (ПЖ) у больных тромбоэмболией легочной артерии (ТЭЛА) с различным риском ранней смерти.

Материалы и методы. Изучение продольной деформации миокарда ПЖ в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения (speckle tracking) проведено у 63 больных ТЭЛА, из которых у 15 риск ранней смерти оценивался как высокий, у 36 – как промежуточный и у 12 – как низкий. Измерялся глобальный стрейн правого желудочка, а также стрейн свободной стенки правого желудочка (ССПЖ) и межжелудочковой перегородки (МЖП). Рассчитывалось отношение стрейна SSPЖ к стрейну МЖП. При статистической обработке и представлении данных использовались абсолютные величины значений стрейна.

Результаты. Величина глобального стрейна ПЖ была ниже нормативного значения (<20%) у 10 больных (83,3%) низкого риска, у 31 больного (86,1%) промежуточного риска и у всех больных высокого риска ($p > 0,05$). Среднее значение глобального стрейна у больных низкого риска (18,1%) было больше, чем у больных промежуточного риска (15,9%, $p < 0,05$), а у последних больше, чем у больных высокого риска (9,73%, $p < 0,05$). Отношение стрейна SSPЖ к стрейну МЖП у больных низкого риска было близко к 1, у больных промежуточного риска снижалось до 0,84, а у больных высокого риска до 0,68 (оба $p < 0,05$).

Заключение. При ТЭЛА отмечается снижение глобального стрейна правого желудочка и уменьшение отношения стрейна SSPЖ к стрейну МЖП. Эти изменения появляются у больных с низким риском ранней смерти, нарастают у больных с промежуточным риском и достигают максимума у больных высокого риска.

Ключевые слова: тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА), деформация миокарда правого желудочка, риск ранней смерти при тромбоэмболии легочной артерии.

Контактный автор: Мазур Е.С., e-mail: mazur-tver@mail.ru

Для цитирования: Мазур Е.С., Мазур В.В., Рабинович Р.М., Мясников К.С., Орлов Ю.А. Деформация миокарда правого желудочка при тромбоэмболии легочной артерии. REJR 2020; 10(1):65-73. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-1-65-73.

Статья получена: 30.10.19

Статья принята: 18.02.20

RIGHT VENTRICULAR LONGITUDINAL STRAIN IN PATIENTS WITH PULMONARY EMBOLISM

Mazur E.S.¹, Mazur V.V.¹, Rabinovich R.M.², Myasnikov K.S.², Orlov Yu.A.¹

Purpose. To compare the right ventricular longitudinal strain values in patients with pulmonary embolism according to different early mortality risk.

Material and Methods. 63 patients with pulmonary embolism were including in this study: the early mortality risk was rated as high in 15 patients, as intermediate-risk – in 36 patients, and as low early mortality risk – in 12 patients. The right ventricular systolic function was analyzed with speckle tracking global longitudinal strain, also the right ven-

1 - ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России. г. Тверь, Россия.

2 - ГБУЗ «Областная клиническая больница» Тверской области. г. Тверь, Россия.

1 - Tver State Medical University, Sovetskaya.

2 - Tver Regional Hospital. Tver, Russia.

tricular free-wall longitudinal strain and the ventricular septum strain were measured, the ratio of right ventricular free-wall longitudinal strain to longitudinal strain of the ventricular septum strain was calculated. Absolute strain values were used for statistical processing and data presentations.

Results. The right ventricular global longitudinal strain was lower of normal range (<20 %) in 10 (83,3 %) patients with low early mortality risk pulmonary embolism, in 31 (86,1 %) patients with intermediate-risk pulmonary embolism and in all patients with high-risk pulmonary embolism ($p > 0,05$). Average value of the right ventricular global longitudinal strain in patients with low early mortality risk pulmonary embolism (18,1 %) was higher than in patients with intermediate-risk pulmonary embolism (15,9 %, $p < 0,05$), and average value of the right ventricular global longitudinal strain in patients with intermediate-risk pulmonary embolism was higher than in patients with high-risk pulmonary embolism (9,73 %, $p < 0,05$). The ratio of right ventricular free-wall longitudinal strain to longitudinal strain of the ventricular septum strain in patients with low early mortality risk pulmonary embolism was almost 1, in patients with intermediate-risk pulmonary embolism – decreased to 0,84, and in patients with high-risk pulmonary embolism – decreased to 0,68 (both $p < 0,05$).

Conclusion. There is a decrease of global right ventricular longitudinal strain and the ratio of right ventricular free-wall longitudinal strain to longitudinal strain of the ventricular septum strain. These changes appear in patients with low early mortality risk pulmonary embolism, increase in patients with intermediate-risk pulmonary embolism and reach a maximum in patients with high-risk pulmonary embolism.

Keywords: pulmonary embolism, right ventricular longitudinal strain, pulmonary embolism related early mortality risk.

Corresponding author: Mazur E.S., e-mail: mazur-tver@mail.ru

For citation: Mazur E.S., Mazur V.V., Rabinovich R.M., Myasnikov K.S., Orlov Yu.A. Right ventricular longitudinal strain in patients with pulmonary embolism. REJR 2020; 10(1):65-73. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-1-65-73.

Received: 30.10.19

Accepted: 18.02.20

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов (ЕОК) [1], тромбоэмболию легочной артерии (ТЭЛА) классифицируют в зависимости от риска ранней смерти, то есть смерти в ближайшие 30 суток заболевания. Предиктором высокого (более 30%) риска ранней смерти служат шок или артериальная гипотония в дебюте заболевания. Для выделения больных промежуточного (порядка 10%) и низкого (порядка 1%) риска предлагается использовать индекс тяжести легочной эмболии (PESI) или его упрощенный вариант (sPESI), а также наличие перегрузки правого желудочка (ПЖ) по данным визуализирующего исследования и повышение в крови маркеров миокардиального некроза.

Заметим, что 6 (55%) из 11 переменных, участвующих в расчете индекса PESI, и 4 (67%) из 6 переменных, участвующих в расчете sPESI, отражают состояние системной или легочной гемодинамики. Таким образом, в определении риска ранней смерти при ТЭЛА решающую роль играет наличие гемодинамических расстройств, тесно связанных с функциональным состоянием правого желудочка. В связи с этим

представляется актуальным изучение продольной систолической деформации (longitudinal systolic strain) миокарда ПЖ с использованием относительно нового метода – отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения (speckle-tracking).

Цель работы.

Сравнить показатели продольной систолической деформации (стрейна) миокарда ПЖ у больных ТЭЛА с различным риском ранней смерти.

Материалы и методы.

В исследование включено 63 пациента с верифицированным по данным мультиспиральной компьютерной ангиопульмонографии (КТ-ангиопульмонография) диагнозом ТЭЛА, находившихся на лечении в ГБУЗ «Областная клиническая больница Тверской области» с января 2017 по май 2019 года. Возраст включенных в исследование пациентов варьировал от 20 до 92 лет и в среднем равнялся 59 годам (межквартильный размах 48–66 лет); мужчин было в 1,5 раза больше чем женщин (37 и 26). У подавляющего большинства больных (56 пациентов) имелись факторы риска ТЭЛА такие, как артериальная гипертензия (30), недавняя опе

рация или травма (19), возраст более 64 лет (19), венозный тромбоэмболизм в анамнезе (18), хронические заболевания легких с явлениями дыхательной недостаточности (9), сахарный диабет 2-го типа (8), хроническая сердечная недостаточность (7), онкологические заболевания (6).

КТ-ангиопульмонография проводилась на аппарате Phillips Brillians с использованием контраста сканлюкс (1 мл/кг массы тела) и ЭКГ-синхронизацией в диастолу. Прямыми ангиографическими критериями острой ТЭЛА считались: центральный дефект контрастирования всего просвета сосуда (окклюзия), а также центрально расположенный частичный дефект контрастирования, окруженный контрастным веществом в поперечном или продольном сечении сосуда, или пристеночный частичный дефект контрастирования, образующий острые углы со стенкой сосуда [2, 3]. Индекс обструкции рассчитывался по балльной системе Qanadli [4] и выражался в процентах к максимально возможному значению, то есть к 40 баллам, что соответствует полной окклюзии ствола или обеих главных ветвей легочной ар-

терии [4].

В тот же день, что и КТ-ангиопульмонография, проводилось определение уровня тропонина I в крови с помощью автоматического иммунохемилюминесцентного экспресс-анализатора «PATHFAST» (LSI Medience Corporation, Япония) с диапазоном измерения от 0,00 до 50,0 нг/мл.

Эхокардиографическое исследование (аппарат Vivid S70, GE) больным ТЭЛА с невысоким риском ранней смерти проводилось в тот же день, что и КТ-ангиопульмонография, а больным с высоким риском ранней смерти – после тромболитической терапии и стабилизации гемодинамики, то есть, в среднем, через сутки после госпитализации. Определялись диастолический размер ПЖ в продольной парастернальной позиции и амплитуда систолического смещения кольца трикуспидального клапана (TAPSE) в четырехкамерной позиции, рассчитывалось систолическое давление в легочной артерии (СДАА) по систолическому градиенту давления на трикуспидальном клапане. Визуализация изучаемых структур и расчеты ультразвуковых параметров выполнялись с учетом ре-

Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Результаты исследования продольной систолической деформации ПЖ у здорового пациента.

Величина глобального стрейна (GS) соответствует норме ($>20\%$). Стрейн ССПЖ ($25,3\%$) и МЖП ($17,7\%$) рассчитываются как средние значения стрейна на базальном, медиальном и апикальном уровнях. Отношение ССПЖ/МЖП = $1,43$. ПЖ – правый желудочек, ССПЖ – свободная стенка правого желудочка, МЖП – межжелудочковая перегородка.

Fig. 1. Right ventricular global longitudinal strain in healthy patients.

The value of global longitudinal strain is normal ($>20\%$). Right ventricular free-wall longitudinal strain (25.3%) and the ventricular septum strain (17.7%) were calculated as average values on the basal, medial and apical levels. The ratio of right ventricular free-wall longitudinal strain to longitudinal strain of the ventricular septum strain was 1.43 .

комендаций ASE и EACVI [5, 6].

Для определения продольной систолической деформации (стрейна) ПЖ в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения (speckle tracking), в соответствии с согласительным документом по стандартизации 2D speckle tracking визуализации ПЖ [7], использовалась ПЖ-фокусированная четырехкамерная позиция (рис. 1), в которой определялась глобальная деформация (глобальный стрейн) ПЖ, а также

уровня тропонина I. Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета статистических программ SPSS Statistics version 15.0. При анализе количественных признаков применялись однофакторный дисперсионный анализ с оценкой межгрупповых различий по методу Ньюмена-Кейлса (при нормальном распределении) или непараметрический критерий Крускала-Уоллиса с оценкой межгрупповых различий по методу Данна (при отклонении распределения от нормального).

Таблица №1. Результаты обследования больных тромбоэмболией легочной артерии с разным риском ранней смерти.

Показатель	Риск ранней смерти		
	Низкий (n = 12)	Промежуточный (n = 36)	Высокий (n = 15)
Возраст, лет	48,3 (38,0–58,6)	59,5 (54,3–64,7)	57,2 (48,3–66,1)
Число мужчин	8 (66,7)	21 (58,3)	8 (53,3)
Число больных с ФР ТЭЛА	9 (75,0)	32 (88,9)	15 (100,0)
Индекс обструкции, %	20,0 (12,0–28,0)	41,9 (36,0–47,8)*	52,7 (41,9–63,4)*#
Тропонин I, нг/мл	0,013 (0,001–0,025)	0,076 (0,039–0,113)*	0,908 (0,226–1,59)*#
СДЛА, мм рт. ст.	31,8 (26,0–37,6)	60,5 (54,1–66,9)*	64,3 (57,2–71,4)*
Размер ПЖ, см	2,69 (2,43–2,95)	3,55 (3,37–3,72)*	3,71 (3,41–4,01)*
TAPSE, см	2,14 (1,89–2,39)	1,63 (1,49–1,77)*	1,28 (1,09–1,46)*#
Глобальный стрейн, %	18,1 (16,5–19,7)	15,9 (14,8–17,0)*	12,0 (10,5–13,4)*#
Стрейн ССПЖ, %	18,3 (14,7–21,8)	14,5 (12,9–16,1)*	9,73 (8,23–11,2)*#
Стрейн МЖП, %	18,3 (17,6–18,9)	17,3 (16,3–18,2)	14,7 (12,9–16,5)*#
Стрейн ССПЖ / стрейн МЖП	1,01 (0,80–1,22)	0,84 (0,75–0,94)	0,68 (0,57–0,78)*#

Примечания. Данные представлены в виде среднего и 95% доверительного интервала – М (95% ДИ) или в виде абсолютного и относительного значения – n (%).

* – статистически значимое различие с группой низкого риска, # – с группой промежуточного риска. ФР – факторы риска, ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии, СДЛА – систолическое давление в легочной артерии, ПЖ – правый желудочек, TAPSE – систолическое смещение кольца трикуспидального клапана, МЖП – межжелудочковая перегородка, ССПЖ – свободная стенка правого желудочка.

раздельная продольная деформация свободной стенки ПЖ (стрейн ССПЖ) и межжелудочковой перегородки (стрейн МЖП). Согласно рекомендациям ASE и EACVI [5, 8], использовались абсолютные величины стрейна, что облегчает статистическую обработку и интерпретацию данных. Продольная систолическая деформация ПЖ считалась нарушенной при абсолютном значении глобального стрейна менее 20% [5, 8].

Для проведения статистического анализа пациенты были распределены по трем группам в зависимости от риска ранней смерти. В соответствии с рекомендациями ЕОК [1], в группу высокого риска ранней смерти были включены 15 пациентов, выведенных из обструктивного шока. Группу промежуточного риска составили 36 пациентов с индексом sPESI ≥ 1 и/или с наличием признаков перегрузки ПЖ и/или с повышением уровня тропонина I. Стратификация на промежуточный–высокий и промежуточный–низкий риск в рамках настоящего исследования не проводилась. В группу низкого риска вошли 12 пациентов с индексом sPESI = 0 без признаков перегрузки ПЖ и повышения

Средние значения во всех случаях представлялись в виде среднего арифметического и 95% доверительного интервала – М (95% ДИ). Частотный анализ проводился по критерию χ^2 с введением поправки Бонферрони на множественность межгрупповых сравнений. Межгрупповые различия признавались статистически значимыми при вероятности альфа-ошибки менее 5%.

Результаты.

Как следует из данных, представленных в таблице №1, выделенные группы были сопоставимы по среднему возрасту, половому составу и распространенности факторов риска ТЭЛА. Средние величины индекса обструкции у больных промежуточного риска в полтора, а у больных высокого риска в два раза превышали показатель больных низкого риска. Еще более выраженными оказались различия уровня тропонина I, средние величины которого у больных промежуточного риска были на порядок, а у больных высокого риска на два порядка выше, чем у больных низкого риска.

В соответствии с критериями формирова

ния групп, в группе низкого риска не оказалось больных с дилатацией ПЖ и снижением TAPSE, а также лиц с повышением уровня тропонина I. Легочная гипертензия на момент исследования отмечалась у 5 больных (41,7%) этой группы. Дилатация ПЖ отмечалась у 32 больных (88,9%) промежуточного и у всех больных высокого риска ($p > 0,05$), снижение TAPSE – в 25 (69,4%) и 13 (86,7%) случаях ($p > 0,05$), повышение уровня тропонинов – в 31 (86,1%) и 14 (93,3%) случаях ($p > 0,05$), легочная гипертензия – у всех больных в сравниваемых группах.

Таким образом, судя по рутинным показателям, структурно-функциональное состояние ПЖ у больных низкого риска не было нарушено, а у больных промежуточного и высокого риска характеризовалось дилатацией и систолической дисфункцией ПЖ. При этом систолическая дисфункция и повышение уровня тропонинов у больных высокого риска были значительно более выражены, чем в группе больных промежуточного риска.

Величина глобального стрейна ПЖ была ниже нормативного значения ($< 20\%$) у 10 больных (83,3%) низкого риска, у 31 больного

(86,1%) промежуточного риска и у всех больных высокого риска ($p > 0,05$). При этом средние величины глобального стрейна ПЖ статистически значительно снижались от группы низкого риска к группе высокого риска.

Аналогичным образом менялись средние величины стрейна МЖП и ССПЖ, причем снижение ССПЖ было более выраженным. Так, у больных высокого риска, по сравнению с больными низкого риска, средняя величина стрейна МЖП была меньше в 1,2 раза, а стрейна ССПЖ – в 1,9 раза.

По данным литературы, у здоровых людей абсолютная величина стрейна ССПЖ больше, чем величина стрейна МЖП, а отношение этих величин больше 1 [5, 9, 10]. У обследованных нами больных ТЭЛА с низким риском ранней смерти средние величины стрейна ССПЖ и МЖП не отличались, а их отношение равнялось 1 (рис. 2). В группах больных с промежуточным и высоким риском это отношение снизилось соответственно до 0,84 и 0,68 (рис. 3, 4). Это означает, что снижение глобального стрейна ПЖ при ТЭЛА связано, в первую очередь, со снижением стрейна ССПЖ и, в меньшей мере,

Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Результаты исследования продольной систолической деформации ПЖ у больного ТЭЛА с низким риском ранней смерти.

Глобальный стрейн (GS) незначительно снижен (17,1%). Отношение стрейна ССПЖ (17,6%) к стрейну МЖП (16,3%) равно 1,08. ПЖ – правый желудочек, ССПЖ – свободная стенка правого желудочка, МЖП – межжелудочковая перегородка.

Fig. 2. Right ventricular global longitudinal strain of patient with low early mortality risk pulmonary embolism.

The right ventricular global longitudinal strain was a little lower of normal range (17.1 %) The ratio of right ventricular free-wall longitudinal strain (17.6 %) to longitudinal strain of the ventricular septum strain (16.3 %) was 1.08.

Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Результаты исследования продольной систолической деформации ПЖ у больного ТЭЛА с промежуточным риском ранней смерти.

Глобальный стрейн (GS) умеренно снижен (15,5 %). Отношение стрейна ССПЖ (14,0 %) к стрейну МЖП (17,7 %) равно 0,79. ПЖ – правый желудочек, ССПЖ – свободная стенка правого желудочка, МЖП – межжелудочковая перегородка.

Fig. 3. Right ventricular global longitudinal strain of patient with intermediate-risk pulmonary embolism.

The right ventricular global longitudinal strain was moderately reduced (15.5 %) The ratio of right ventricular free-wall longitudinal strain (14.0 %) to longitudinal strain of the ventricular septum strain (17.7 %) was 0.79.

Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Результаты исследования продольной систолической деформации ПЖ у больного ТЭЛА с высоким риском ранней смерти.

Глобальный стрейн (GS) резко снижен (8,6 %). Отношение стрейна ССПЖ (6,3 %) к стрейну МЖП (11,7 %) равно 0,54. ПЖ – правый желудочек, ССПЖ – свободная стенка правого желудочка, МЖП – межжелудочковая перегородка.

Fig. 4. Right ventricular global longitudinal strain of patient with high-risk pulmonary embolism.

The right ventricular global longitudinal strain was significantly reduced (8.6 %) The ratio of right ventricular free-wall longitudinal strain (6.3 %) to longitudinal strain of the ventricular septum strain (11.7 %) was 0.54.

со снижением стрейна МЖП.

Таким образом, нарастание риска ранней смерти у больных ТЭЛА ассоциируется со снижением глобального стрейна ПЖ и уменьшением отношения стрейна ССПЖ к стрейну МЖП.

Обсуждение.

В настоящем исследовании больные ТЭЛА были разделены на три группы в зависимости от риска ранней смерти, который оценивался в соответствии с рекомендациями ЕОК [1]. В группу высокого риска вошли больные, у которых в дебюте заболевания отмечался шок или артериальная гипотония, то есть имели место тяжелые нарушения системной гемодинамики. В группу низкого риска включались больные без признаков перегрузки и повреждения миокарда ПЖ, то есть без выраженных нарушений легочной гемодинамики. Группа промежуточного риска в гемодинамическом плане оказалась не совсем однородной, поскольку в нее вошли как больные с перегрузкой и/или повреждением миокарда ПЖ, то есть с выраженными нарушениями легочной гемодинамики, так и без таких нарушений, но с высокими значениями индекса sPESI, полученными из-за преклонного возраста или наличия сопутствующей патологии. Однако, поскольку число таких больных было очень небольшим (4, то есть 11,1%), группу промежуточного риска можно рассматривать как группу больных с выраженными нарушениями легочной гемодинамики. Таким образом, стратификация больных ТЭЛА по риску ранней смерти, по сути дела, означает их разделение по наличию гемодинамических нарушений: низкий риск – гемодинамических нарушений нет, промежуточный риск – нарушение легочной гемодинамики, высокий риск – нарушение легочной и системной гемодинамики.

Очевидно, что тяжесть гемодинамических нарушений при ТЭЛА зависит от степени обструкции сосудистого русла малого круга кровообращения. У обследованных нами больных низкого риска среднее значение индекса обструкции легочной артерии равнялось 20,0%, а у больных промежуточного и высокого риска – 41,9% и 52,7%, то есть было соответственно в 2 и в 2,5 раза больше. Заметим, что результаты настоящего исследования полностью совпадают с данными М.С. Vedovati et al. [11], показавшими, что средние величины индекса обструкции у больных ТЭЛА без перегрузки и с перегрузкой ПЖ равны соответственно 24% и 40%.

Однако, нельзя не отметить, что среднее значение индекса обструкции у больных высокого риска превышает показатель больных промежуточного риска всего лишь в 1,26 раза, в то время как уровень тропонина I, отражающий тяжесть повреждения ПЖ при его перегрузке давлением, превышает показатель больных промежуточного риска в 11,9 раза. Полу-

чается, что относительно небольшой прирост сосудистого сопротивления приводит к резкому увеличению перегрузки ПЖ и развитию обструктивного шока. Вероятно, в развитии обструктивного шока при ТЭЛА играет роль не только тяжесть механической обструкции сосудистого русла, но и выраженность вазоконстрикторной реакции, спровоцированной выделением тромбоксана А₂ и серотонина в ответ на попадание тромбоемболов в систему легочной артерии [12]. В пользу этого говорит и широкий диапазон вариации индекса обструкции у больных низкого (7,5–50,0%), промежуточного (12,5–75,0%) и высокого риска (17,5–80,0%). Представленные данные свидетельствуют, что значения индекса обструкции в диапазоне от 17,5% до 50,0% у обследованных нами больных ТЭЛА отмечались при любом риске ранней смерти, то есть при любой тяжести гемодинамических нарушений.

Возвращаясь к результатам обследования больных низкого риска, отметим, что у 5 (41,7%) из них СДЛА превышало 30 мм рт. ст., а у остальных приближалось к границе нормы. Иначе говоря, имело место повышение нагрузки на ПЖ, которое не выявлялось с помощью рутинных методов исследования. Однако глобальный стрейн ПЖ у 10 (83,3%) больных был снижен, что свидетельствует о высокой чувствительности этого показателя к повышению нагрузки на ПЖ. При этом снижение глобального стрейна ПЖ было связано, в большей мере, со снижением стрейна ССПЖ, чем со снижением стрейна МЖП. Об этом говорит тот факт, что величина отношения стрейна ССПЖ к стрейну МЖП у больных низкого риска было близко к 1, в то время как у здоровых людей это отношение превышает 1, поскольку в норме стрейн ССПЖ больше, чем стрейн МЖП [5, 6, 10].

В группе больных промежуточного риска СДЛА в среднем было в 2 раза выше, чем у больных низкого риска. Повышение постнагрузки на ПЖ ассоциировалось с его дилатацией, нарушением его систолической функции и уменьшением глобального стрейна. При этом уменьшение стрейна ССПЖ было более выраженным, чем снижение стрейна МЖП, вследствие чего отношение этих показателей у больных промежуточного риска в среднем снизилось до 0,84, то есть стало обратным тому, что имеет место у здоровых людей. Эти изменения становятся еще более выраженными в группе больных высокого риска, то есть у лиц, выведенных из обструктивного шока. В частности, отношение стрейнов ССПЖ и МЖП у больных этой группы снижается в среднем до 0,68.

На момент проведения эхокардиографического исследования больные высокого риска были выведены из шока, в частности, за счет

проведения тромболитической терапии. Вероятно, именно благодаря уменьшению степени механической обструкции сосудистого русла малого круга СДЛА у больных высокого риска было сопоставимо с показателем больных промежуточного риска. Не выявлялось статистически значимых межгрупповых различий и по выраженности дилатации ПЖ. Однако средние величины TAPSE, глобального стрейна и отношения стрейнов ССПЖ и МЖП у больных высокого риска были достоверно ниже показателей группы промежуточного риска. Иначе говоря, связанное с шоком повреждение миокарда негативно сказывается на функциональном состоянии ПЖ и после стабилизации системной гемодинамики. Возможно, такие «остаточные явления» повреждения миокарда правого желудочка при шоке служат одной из причин того,

что высокий риск смерти у таких больных сохраняется и после стабилизации гемодинамики.

Заключение.

При ТЭЛА отмечается снижение глобального стрейна ПЖ и уменьшение отношения стрейна ССПЖ к стрейну МЖП. Эти изменения появляются у больных с низким риском ранней смерти, нарастают у больных с промежуточным риском и достигают максимума у больных перенесших обструктивный шок.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список Литературы:

1. Konstantinides S.V., Meyer G., Becattini S., Bueno H., Geersing G.-J., V.-P. Harjola V.-P., Huisman M.V. et al. 2019 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J* 2019; 00: 1–61. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz405.
2. Stein P.D., Fowler S.E., Goodman L.R., Gottschalk A., Hales C.A., Hull R.D., Leeper K.V.Jr., Popovich J.Jr., Quinn D.A., SoS T.A., Sostman H.D., Tapson V.F., Wakefield T.W., Weg J.G., Woodard P.K. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl Med* 2006; 354 (22): 2317–27. DOI: 10.1056/NEJMoa 052367.
3. Хайт Г.Я., Епанов В.А., Ребус М.А., Рымаревич Л.В., Лукиди М.И. Значение компьютерной томографии в современной диагностике ТЭЛА. *REJR* 2015; 5(4): 41–48.
4. Qanadli S.D., El Hajjam M., Vieillard-Baron A., Joseph T., Mesurolle B., Oliva V.L., Barre O., Bruckert F., Dubourg O., Lacombe P. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176 (6): 1415–1420. DOI: 10.2214/ajr.176.6.1761415.
5. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16: 233–271. DOI: 10.1093/ehjci/jev014.
6. Rudski L.G., Lai W.W., Afilalo J., Hua L., Handschumacher M.D., Chandrasekaran K. et al. Guidelines for the echocardiography assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23: 685–713.

References:

1. Konstantinides S.V., Meyer G., Becattini S., Bueno H., Geersing G.-J., V.-P. Harjola V.-P., Huisman M.V. et al. 2019 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European

DOI: 10.1016/j.echo.2010.05.010.

7. Badano L.P., Kolias Th., Muraru D., Abraham T.P., Aurigemma G., Edvardsen T. et al. Standardization of left atrial, right ventricular and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018; 19: 591–600. DOI: 10.1093/ehjci/jeu042.
8. Voigt J.-U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. et al. Definition for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16: 1–11. DOI: 10.1093/ehjci/jeu184.
9. Fine N.M., Chen L., Bastiansen P.M., Frantz R.P., Pellikka P.A., Oh J.K. et al. Reference values for right ventricular strain in patients without cardiopulmonary disease: a prospective evaluation and meta-analysis. *Echocardiography* 2015; 32: 787–796. DOI: 10.1111/echo.12806.
10. Longobardo L., Suma V., Jain R., Carerj Sc., Zito C., Zwicke D.L. et al. Role of two-dimensional speckle tracking echocardiography strain in the assessment of right ventricular systolic function and comparison with conventional parameters. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 30: 937–946. DOI: 10.1016/j.echo.2017.06.016.
11. Vedovati M.C., Becattini M., Agnelli G. Multidetector CT scan for pulmonary embolism: embolic burden and clinical outcome. *Chest* 2012; 142(6): 1417–24. DOI: 10.1378/chest.11-2739.
12. Smulders Y.M. Pathophysiology and treatment of hemodynamic instability in acute pulmonary embolism: the pivotal role of pulmonary vasoconstriction. *Cardiovasc. Res.* 2000; 48 (1): 23–33. DOI: 10.1016/S0008-6363(00)00168-1.

Respiratory Society (ERS). Eur Heart J 2019; 00: 1–61. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz405.

2. Stein P.D., Fowler S.E., Goodman L.R., Gottschalk A., Hales C.A., Hull R.D., Leeper K.V.Jr., Popovich J.Jr., Quinn D.A., SoS

- T.A., Sostman H.D., Tapson V.F., Wakefield T.W., Weg J.G., Woodard P.K. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl Med* 2006; 354 (22): 2317–27. DOI: 10.1056/NEJMoa 052367.
3. Khayt G.Ia., Epanov V.A., Rebus M.A., Rymarevich L.V., Lukidi M.I. The role of multislice computed tomography in current diagnostics of pulmonary artery thromboembolism. *REJR* 2015; 5(4): 41–48 (in Russian).
4. Qanadli S.D., El Hajjam M., Vieillard-Baron A., Joseph T., Mesurolle B., Oliva V.L., Barre O., Bruckert F., Dubourg O., Lacombe P. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176 (6): 1415–1420. DOI: 10.2214/ajr.176.6.1761415.
5. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16: 233–271. DOI: 10.1093/ehjci/jev014.
6. Rudski L.G., Lai W.W., Afilalo J., Hua L., Handschumacher M.D., Chandrasecaran K. et al. Guidelines for the echocardiography assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23: 685–713. DOI: 10.1016/j.echo.2010.05.010.
7. Badano L.P., Kolias Th., Muraru D., Abraham T.P., Aurigemma G., Edvardsen T. et al. Standardization of left atrial, right ventricular and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018; 19: 591–600. DOI: 10.1093/ehjci/jeu042.
8. Voigt J.-U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. et al. Definition for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16: 1–11. DOI: 10.1093/ehjci/jeu184.
9. Fine N.M., Chen L., Bastiansen P.M., Frantz R.P., Pellikka P.A., Oh J.K. et al. Reference values for right ventricular strain in patients without cardiopulmonary disease: a prospective evaluation and meta-analysis. *Echocardiography* 2015; 32: 787–796. DOI: 10.1111/echo.12806.
10. Longobardo L., Suma V., Jain R., Carerj Sc., Zito C., Zwicke D.L. et al. Role of two-dimensional speckle tracking echocardiography strain in the assessment of right ventricular systolic function and comparison with conventional parameters. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 30: 937–946. DOI: 10.1016/j.echo.2017.06.016.
11. Vedovati M.C., Becattini M., Agnelli G. Multidetector CT scan for pulmonary embolism: embolic burden and clinical outcome. *Chest* 2012; 142(6): 1417–24. DOI: 10.1378/chest.11-2739
12. Smulders Y.M. Pathophysiology and treatment of hemodynamic instability in acute pulmonary embolism: the pivotal role of pulmonary vasoconstriction. *Cardiovasc. Res.* 2000; 48 (1): 23–33. DOI: 10.1016/S0008-6363(00)00168-1.