

Прогностическое значение ЭКГ у пациентов с тромбоэмболией легочной артерии

Ирина Сергеевна Муллова^{1,2*}, Татьяна Валентиновна Павлова¹,
Сергей Михайлович Хохлунов¹, Дмитрий Викторович Дупляков^{1,2}

¹ Самарский государственный медицинский университет
Россия, 443099 Самара, ул. Чапаевская, 89

² Самарский областной клинический кардиологический диспансер
Россия, 443070 Самара, ул. Аэродромная, 43

Цель. Изучить значимость ЭКГ-признаков для определения госпитального прогноза у пациентов с тромбоэмболией легочной артерии (ТЭЛА).

Материал и методы. В исследование было включено 472 пациента с ТЭЛА, госпитализированных в период с 23.04.2003 г. по 18.09.2014 г., из них – 231 (49,6%) мужчина, средний возраст 58,06±14,28 лет. При анализе данных учитывались особенности анамнеза пациентов, жалобы, результаты биохимических и инструментальных методов исследования, а также проведенное лечение.

Результаты. Среди изучаемых пациентов 443 человека (93,9%) без летального исхода и 29 человек (6,1%) – с летальным исходом. Наиболее часто встречающимися ЭКГ-признаками были: SIQIII, глубокий зубец S в V₅-V₆, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, подъем сегмента ST в III, фибрилляция предсердий.

ЭКГ-признак SIQIII ассоциировался с повышением риска смерти в 2,26 раз (95% доверительный интервал [95%ДИ] 1,046-4,868; p=0,038), неполная блокада правой ножки пучка Гиса – в 2,84 раз (95%ДИ 1,272-6,327; p=0,011). Наличие ЭКГ-признака *p-pulmonale* у пациентов с ТЭЛА было связано с повышением риска развития гипотензии в 1,76 раз (95%ДИ 1,001-3,088; p=0,049), отрицательный зубец T в III отведении – в 1,8 раз (95%ДИ 1,035-3,144; p=0,037). Инверсия зубца T в III отведении была связана с развитием шока, и повышала вероятность его развития в 1,98 раз (95%ДИ 0,891-4,430; p=0,043).

С развитием признаков дисфункции правого желудочка и легочной гипертензией статистически значимо были связаны: отклонение электрической оси сердца вправо, подъем сегмента ST в AVR, отрицательный зубец T в отведениях III, V₁-V₃, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, *p-pulmonale*, глубокий зубец S в отведениях V₅-V₆. Не было отмечено статистически значимой взаимосвязи между ЭКГ-признаками и повышением уровня сердечных биомаркеров.

Заключение. В ходе нашего исследования электрокардиография как метод первого этапа диагностики ТЭЛА показала свое несомненное прогностическое значение для оценки неблагоприятных исходов.

Ключевые слова: тромбоэмболия легочной артерии, электрокардиография, прогноз, шок, гипотензия, дисфункция правого желудочка.

Для цитирования: Муллова И.С., Павлова Т.В., Хохлунов С.М., Дупляков Д.С. Прогностическое значение ЭКГ у пациентов с тромбоэмболией легочной артерии. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2019;15(1):63-68. DOI:10.20996/1819-6446-2019-15-1-63-68

Prognostic Value of ECG in Patients with Pulmonary Embolism

Irina S. Mullova^{1,2*}, Tatyana V. Pavlova¹, Sergey M. Khokhlunov¹, Dmitry V. Duplyakov^{1,2}

¹ Samara Regional Cardiology Dispensary. Chapaevskaya ul. 89, Samara, 443099 Russia

² Samara State Medical University. Aerodromnaya ul. 43, Samara, 443070 Russia

Aim. To study the significance of electrocardiography (ECG) signs for determining the hospital prognosis in patients with pulmonary embolism (PE).

Material and methods. 472 consecutive patients (49.6% men; average age 58.06±14.28 years) with PE, hospitalized to our center from 23.04.2003 to 18.09.2014 were enrolled into the study. In all cases PE was confirmed by computed tomographic pulmonary angiography and rarely by pulmonary angiography, or by pathology. Patients management was in accordance with appropriate European guidelines. Data of patients' history, clinical symptoms, biochemical markers and instrumental methods (ECG, echocardiography) were analyzed by one-dimensional logistic regression. The end points were: death, shock and hypotension, right ventricular dysfunction and pulmonary hypertension, positive cardiac biomarkers.

Results. 443 patients (93.9%) without fatal outcome were the first group and 29 patients (6.1%) with a fatal outcome – the second group. SIQIII pattern (33 vs 55.2%; p=0.015), non-complete right bundle branch block (RBBB) (16.3 vs 37.9%; p=0.001), ST segment elevation in lead III (9.7 vs 20.7%, p=0.034), atrial fibrillation (12.9 vs 37.9%, p=0.048) were observed more frequently among patients of group 2.

Multivariate analysis revealed that SIQIII pattern (odds ratio [OR] 2.26; 95% confidence interval [95%CI] 1.046-4.868; p=0.038) and RBBB (OR 2.84; 95%CI 1.272-6.327; p=0.011) were associated with worse prognosis. The SIQIII pattern was significantly associated with a fatal outcome with a sensitivity of 55% and a specificity of 33% (AUC=0.611) according to ROC-analysis. Risk of hypotension was related to the following ECG-signs: the *p-pulmonale* (OR 1.76; 95%CI 1.001-3.088; p=0.049), negative T-wave in lead III (OR 1.8; 95%CI 1.035-3.144; p=0.037). Inversion of the T wave in lead III was associated with the development of shock (OR 1.98; 95%CI 0.891-4.430; p=0.043).

ECG-signs were also associated with the development of right ventricular dysfunction and pulmonary hypertension: right axis deviation (OR 1.035; 95%CI 1.008-1.062; p=0.01), ST-segment elevation in the AVR lead (OR 3.769; 95%CI 1.018-13.955; p=0.047), negative T wave in leads III, V₁-V₃ (OR 1.015; 95%CI 1.008-1.023; p=0.001 and OR 1.014; 95%CI 1.005-1.022; p=0.001, respectively), RBBB (OR 1.013; 95%CI 1.003-1.024; p=0.012), *p-pulmonale* (OR 1.015; 95%CI 1.007-1.023; p=0.001), deep S in leads V₅-V₆ (OR 1.015; 95%CI 1.006-1.024; p=0.001). However, there was no significant relationship between ECG signs and cardiac biomarkers (troponin I and BNP).

Conclusions. SIQIII pattern, RBBB and inversion of the T wave in lead III have prognostic value in unselected population of patients with PE.

Keywords: pulmonary embolism, electrocardiography, prognosis, collapse, hypotension, dysfunction of the right ventricle.

For citation: Mullova I.S., Pavlova T.V., Khokhlunov S.M., Duplyakov D.V. Prognostic Value of ECG in Patients with Pulmonary Embolism. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2019;15(1):63-68. DOI:10.20996/1819-6446-2019-15-1-63-68

Received / Поступила: 15.01.2019

Accepted / Принята в печать: 13.02.2019

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку):
irinamullova@gmail.com

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) является одной из самых частых причин сердечно-сосудистой смертности [1]. Смертность при ТЭЛА составляет 5-8%, однако среди пациентов с тяжелой гипотензией или кардиогенным шоком может превышать 50% [2-4].

Электрокардиография (ЭКГ) – метод исследования, выполняемый при первом контакте с пациентом [5]. Он позволяет получать быстро интерпретируемые результаты, является неинвазивным, имеет минимальную стоимость и максимальную доступность. Известно, что отдельно взятые изменения на ЭКГ обладают низкой специфичностью в отношении ТЭЛА, но определенная совокупность ЭКГ-изменений имеет прогностическую ценность в отношении внутрибольничных осложнений и смертности [6-9]. Е. Тауата и соавт. сообщают, что более двух отклонений на ЭКГ выявлялось у 71,4% пациентов с острой массивной и субмассивной ТЭЛА, а наличие, как минимум, одного отклонения на ЭКГ, связанного с ТЭЛА, в 2,56 раз повышало риск 30-дневной смертности [10]. Показано, что различные ЭКГ-признаки являются предикторами гемодинамической нестабильности, дисфункции правого желудочка (ПЖ), повышенного среднего давления в легочной артерии (СДЛА), внутрибольничных осложнений, кардиогенного шока [11].

Целью данного исследования явилось изучение значимости ЭКГ-признаков для определения госпитального прогноза у пациентов с тромбоэмболией легочной артерии.

Материал и методы

В одноцентровое ретроспективное исследование было включено 472 пациента с ТЭЛА, госпитализированных в период с 23.04.2003 г. по 18.09.2014 г., из них – 231 (49,6%) мужчина, средний возраст $58,06 \pm 14,28$ лет. Диагноз ТЭЛА был подтвержден у всех пациентов посредством компьютерной томографии (ангиография легочной артерии/ ангиопульмонография), либо патологоанатомического вскрытия. Ведение пациентов осуществлялось в соответствии с европейскими рекомендациями соответствующего периода [12,13]. Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом учреждения.

При анализе данных учитывались особенности анамнеза (в т.ч. факторы риска) пациентов, сопутствующие заболевания, жалобы, результаты биохимических исследований (включая уровень D-димера, тропонина, мозгового натрийуретического пептида [МНУП] в сыворотке крови) и ЭКГ-признаки: отклонение электрической оси сердца (ЭОС) вправо и влево, низкий вольтаж в стандартных отведениях, фибрил-

ляция предсердий (ФП), SIQIII, полная блокада правой ножки пучка Гиса (ПБПНПГ), неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ), инверсия зубца Т в отведениях III, V₁-V₃, p-pulmonale, глубокий зубец S в отведениях V₅-V₆, подъем ST в отведениях III, AVR, V₁, депрессия ST в отведениях V₄-V₆, I, зубец Q в отведении V₁, фрагментация комплексов QRS. Конечными точками были: летальный исход, развитие шока и гипотензии, дисфункции ПЖ и легочной гипертензии, повышение уровня сердечных биомаркеров.

Статистическая обработка проводилась с помощью программы SPSS 21.1. Результаты описаны с указанием средних величин ($M \pm SD$). Нулевая гипотеза о соответствии распределения нормальному закону проверялась с использованием теста Шапиро-Уилка. При оценке и сравнении количественных характеристик, имеющих нормальное распределение, использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Для количественных характеристик, имеющих ненормальное распределение, применялся критерий Манна-Уитни. Для анализа различий частот применялся критерий хи-квадрат Пирсона. В качестве уровня статистической значимости использовалась величина $p < 0,05$.

Для оценки связи признака с одним или несколькими количественными или качественными данными применялся логистический регрессионный анализ и ROC-анализ. Предварительно проводилось выявление возможных корреляций между предполагаемыми предикторами, затем, с учетом выявленных корреляций формировались несколько регрессионных моделей.

Результаты

Общая характеристика пациентов приведена в табл. 1. Наиболее часто встречающимися факторами риска были: артериальная гипертензия ($n=296$; 62,7% человек), варикозное расширение вен нижних конечностей ($n=183$; 38,8%), хроническая сердечная недостаточность 3-4 функционального класса по NYHA ($n=180$; 38,1%), венозные тромбоэмболические осложнения в анамнезе (163; 34,5%), ожирение ($n=128$; 27,1%), злокачественные новообразования ($n=67$; 14,2%), сахарный диабет ($n=49$; 10,4%). При поступлении основными клиническими признаками заболевания у 443 (93,9%) пациентов была одышка, у 188 (39,8%) человек – боль в грудной клетке, у 162 (34,3%) – кашель, в 112 (23,7%) случаях отмечался цианоз верхней половины туловища. Тридцать (6,4%) пациентов поступили в состоянии кардиогенного шока, 64 (13,6%) пациента имели систолическое артериальное давление при поступлении ≤ 100 мм рт.ст. У 129 (27,3%) пациентов ТЭЛА дебютировала в виде синкопального состояния. Тромболитическая терапия проводилась 94 (20%) пациентам.

Table 1. General characteristics of the patients included in the study (n=472)

Таблица 1. Общая характеристика пациентов, включенных в исследование (n=472)

Параметр	Значение
Возраст, лет	58,06 ± 14,28
Мужчины, n (%)	231 (49,6)
Факторы риска:	
Перелом бедра, n (%)	8 (1,7)
Госпитализация с ХСН или ФП за последние 3 мес, n (%)	19 (4)
Протезирование суставов, n (%)	4 (0,8)
Хирургическое вмешательство, n (%)	40 (8,5)
Травма, n (%)	15 (3,2)
Инфаркт миокарда за последние 3 мес, n (%)	7 (1,5)
ПХТ, n (%)	21 (4,5)
Хронические заболевания легких, n (%)	44 (9,3)
ХСН 3-4 функциональный класс по NYHA, n (%)	180 (38,1)
ГЗТ, n (%)	8 (1,7)
Прием КОК, n (%)	7 (1,5)
Онкология, n (%)	67 (14,2)
ОНМК с параличом, n (%)	14 (3)
Беременность/послеродовой период, n (%)	10 (2,1)
Анамнез ВТЭО, n (%)	163 (34,5)
Тромбофилия, n (%)	7 (1,5)
Иммобилизация более 3 сут, n (%)	26 (5,5)
Сахарный диабет, n (%)	49 (10,4)
Артериальная гипертензия, n (%)	296 (62,7)
Ожирение (ИМТ>30), n (%)	128 (27,1)
Варикозное расширение вен нижних конечностей, n (%)	183 (38,8)
Клинические признаки:	
Одышка, n (%)	443 (93,9)
Боль в грудной клетке, n (%)	188 (39,8)
Кашель, n (%)	162 (34,3)
Кровохарканье, n (%)	51 (10,8)
Односторонний отек нижней конечности, n (%)	179 (37,9)
Боль в нижней конечности, n (%)	54 (11,4)
Цианоз, n (%)	112 (23,7)
Кардиогенный шок, n (%)	30 (6,4)
Гипотония (САД<100 мм рт. ст.), n (%)	64 (13,6)
Синкоп, n (%)	129 (27,3)
Лечение:	
Тромболитическая терапия, n (%)	94 (20)
Данные представлены в виде M±SD, если не указано иное	
ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ФП – фибрилляция предсердий, ПХТ – паллиативная химиотерапия, ГЗТ – гормонозаместительная терапия, КОК – комбинированные оральные контрацептивы, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, ВТЭО – венозные тромбозы/тромбозы, ИМТ – индекс массы тела	

Среди 472 пациентов, включенных в исследование, 443 человека (93,9%) без летального исхода составили первую группу, и 29 человек (6,1%) с летальным исходом – вторую группу. Группы различались по следующим ЭКГ-признакам: паттерн SIQIII встречался у 33% пациентов в первой группе и у 55,2% – во второй (p=0,015), НБПНПГ – у 16,3% пациентов первой группы и у 37,9% – второй (p=0,001), подъем сегмента ST в III отведении у 9,7% пациентов первой группы и у 20,7% пациентов второй группы (p=0,034), ФП у 12,9% и у 37,9%, соответственно (p=0,048; табл. 2).

При проведении многофакторного логистического регрессионного анализа в отношении летального исхода была показана прогностическая значимость только двух ЭКГ-признаков: паттерна SIQIII и НБПНПГ. Появление паттерна SIQIII повышало риск смерти в 2,26 раз (95% доверительный интервал [95%ДИ] 1,046-4,868; p=0,038), НБПНПГ – в 2,84 раз (95%ДИ 1,272-6,327; p=0,011). Остальные ЭКГ-изменения не были статистически значимо связаны с неблагоприятным исходом. При построении ROC-кривых только наличие паттерна SIQIII было статистически значимо связано с летальным исходом с чувствительностью 55% и специфичностью 33% (AUC=0,611; рис. 1, табл. 3).

Наличие ЭКГ-признака *p-pulmonale* у пациентов с ТЭЛА повышало риск развития гипотензии в 1,76 раз (95%ДИ 1,001-3,088; p=0,049), отрицательного зубца T в III отведении – в 1,8 раз (95%ДИ 1,035-3,144; p=0,037). Инверсия зубца T в III отведении в 2 раза повышала риск развития шока (95%ДИ 0,891-4,430; p=0,043), наличие признаков ПБПНПГ имело тенденцию к возникновению шока.

С развитием признаков дисфункции ПЖ и легочной гипертензией были связаны: отклонение ЭОС вправо (отношение шансов [ОШ] 1,035; 95%ДИ 1,008-1,062; p=0,01), подъем сегмента ST в отведении AVR (ОШ 3,769; 95%ДИ 1,018-13,955; p=0,047), отрицательный зубец T в отведениях III, V₁-V₃ (ОШ 1,015; 95%ДИ 1,008-1,023; p=0,001 и ОШ 1,014; 95%ДИ 1,005-1,022; p=0,001), НБПНПГ (ОШ 1,013; 95%ДИ 1,003-1,024; p=0,012), *p-pulmonale* (ОШ 1,015; 95%ДИ 1,007-1,023; p=0,001), глубокий зубец S в отведениях V₅-V₆ (ОШ 1,015; 95%ДИ 1,006-1,024; p=0,001).

В дальнейшем мы предприняли попытку увеличить диагностическую ценность ЭКГ-диагностики, комбинируя различные ЭКГ-признаки. Однако сочетание паттерна SIQIII, признаков БПНПГ и отрицательного зубца T в различных отведениях не смогло увеличить диагностическую ценность модели.

Интересно, что не было выявлено статистически значимой взаимосвязи между ЭКГ-признаками и по-

Table 2. The prevalence of ECG signs in the comparison groups
Таблица 2. Встречаемость ЭКГ-признаков в группах сравнения

ЭКГ-признак	Всего (n=472)	Группа 1 (n=443; 93,9%)	Группа 2 (n=29; 6,1%)	p
ЭОС вправо, n (%)	169 (35,8)	158 (35,7)	11 (37,9)	0,588
ЭОС влево, n (%)	198 (41,9)	186 (41,9)	12 (41,4)	0,829
Низкий вольтаж в стандартных отведениях, n (%)	13 (2,8)	11 (4,43)	2 (6,9)	0,845
ФП, n (%)	68 (14,4)	57 (12,9)	11 (37,9)	0,048
<i>p-pulmonale</i> , n (%)	117 (24,8)	109 (24,6)	8 (27,6)	0,719
SIQIII, n (%)	162 (34,3)	146 (33)	16 (55,2)	0,015
Отрицательный зубец Т в III, n (%)	259 (54,9)	241 (54,4)	18 (62,1)	0,423
S в V₅-V₆, n (%)	161 (34,1)	147 (91,3)	14 (8,7)	0,097
ПБПНПГ, n (%)	49 (10,4)	45 (10,2)	4 (13,8)	0,535
НПБПНПГ, n (%)	83 (17,6)	72 (16,3)	11 (37,9)	0,001
Отрицательный зубец Т в V ₁ -V ₃ , n (%)	231 (48,9)	217 (49)	14 (48,3)	0,941
SIQIII, БПНПГ, инверсия Т, n (%)	37 (7,8)	34 (7,7)	3 (10,3)	0,605
Подъем сегмента ST в III, n (%)	49 (10,4)	43 (9,7)	6 (20,7)	0,034
Подъем сегмента ST в AVR, n (%)	198 (41,9)	180 (40,6)	18 (62,1)	0,610
Подъем сегмента ST в V ₁ , n (%)	169 (35,8)	163 (36,8)	6 (20,7)	0,353
Депрессия сегмента ST в V ₄ -V ₆ , n (%)	164 (34,7)	153 (34,5)	11 (37,9)	0,450
Депрессия сегмента ST в I, n (%)	70 (14,8)	63 (14,2)	7 (24,1)	0,509
Зубец Q в V ₁ , n (%)	125 (26,5)	118 (26,6)	7 (24,1)	0,519
Фрагментация QRS, n (%)	233 (49,3)	216 (48,8)	17 (58,6)	0,765

ЭОС – электрическая ось сердца, ФП – фибрилляция предсердий, ПБПНПГ – полная блокада правой ножки пучка Гиса, НПБПНПГ – неполная блокада правой ножки пучка Гиса

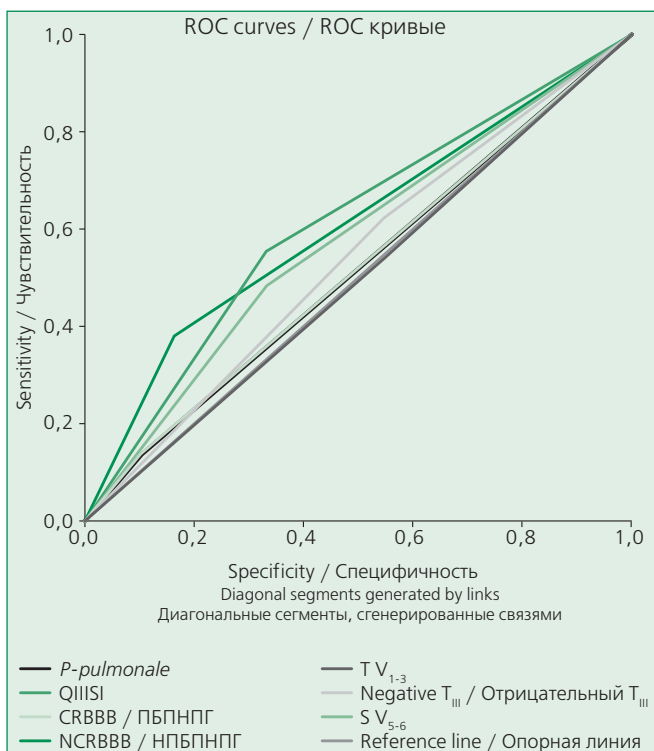


Figure 1. ROC curve of the relation of ECG signs with a fatal outcome
Рисунок 1. ROC-кривая взаимосвязи ЭКГ-признаков с летальным исходом

вышением уровня сердечных биомаркеров (D-димер, тропонин, МНУП).

Обсуждение

Стратификация риска ТЭЛА играет важнейшую роль в определении тактики ведения пациента. Комплексный подход к оценке риска включает в себя: оценку гемодинамического статуса, клинического состояния, биомаркеров крови, данных компьютерной томографии/ангиографии легочной артерии или эхокардиографических данных. Следует отметить, что в рекомендациях ESC среди клинических методов обследования, имеющих важное значение для определения прогноза, не указана роль ЭКГ. Хотя в рекомендациях имеются сведения о том, какие изменения на ЭКГ наблюдаются при ТЭЛА, значимость ЭКГ-признаков недооценена, и среди перечня рекомендованных методов обследования, призванных определять прогноз при ТЭЛА, данный метод обследования отсутствует [13]. Однако, ЭКГ – это, в первую очередь, неинвазивный, быстро интерпретируемый метод диагностики, имеющий низкую стоимость и являющийся одним из первых методов исследования, проводимых пациенту.

В 2001 г. К. Daniel и соавт. была разработана ЭКГ-шкала, которая позволяла дифференцировать паци-

Table 3. The relationship of ECG signs with a fatal outcome according to ROC analysis

Таблица 3. Взаимосвязь ЭКГ-признаков с летальным исходом по данным ROC-анализа

ECG signs ЭКГ-признаки	AUC	p	95%CI 95%ДИ		Sensitivity Чувствительность	Specificity Специфичность
<i>p-pulmonale</i>	0.515	0.788	0.405	0.625	0.276	0.246
SIQIII	0.611	0.045	0.503	0.719	0.552	0.330
CRBBB / ПБПНПГ	0.518	0.743	0.407	0.629	0.138	0.102
NCRBBB / НБПНПГ	0.608	0.050	0.493	0.724	0.379	0.163
T _{V₁-V₃}	0.496	0.949	0.388	0.605	0.483	0.490
Negative T _{III} / Отрицательный T _{III}	0.538	0.489	0.431	0.645	0.621	0.544
S _{V₅-V₆}	0.575	0.173	0.465	0.685	0.483	0.332

CRBBB – complete right bundle branch block, NCRBBB – non-complete right bundle branch block, CI – confidence interval
ПБПНПГ – полная блокада правой ножки пучка Гиса, НБПНПГ – неполная блокада правой ножки пучка Гиса, ДИ – доверительный интервал

ентов с массивной ТЭЛА от пациентов с немассивной ТЭЛА, либо без ТЭЛА [9]. Каждый пункт этой шкалы соответствовал отклонениям на ЭКГ, и в зависимости от значимости признака имел определенное количество баллов. Разработанная шкала продемонстрировала статистически значимую положительную взаимосвязь с уровнем СДЛА у пациентов с ТЭЛА с чувствительностью 23,5% и специфичностью 97,7%. Независимая верификация этой шкалы показала, что высокий балл по ЭКГ-шкале имели пациенты с внутрибольничными осложнениями и дисфункцией ПЖ [14]. J. Kline и соавт. добавили к ЭКГ-шкале результаты пульсоксиметрии и уровень тропонина в сыворотке крови и обнаружили, что комплекс данных имеет общее прогностическое значение для предопределения неблагоприятных исходов ТЭЛА у пациентов с нормальным уровнем артериального давления [15].

Показано, что полная или неполная БПНПГ имела ОШ 2,49 для смертности ($p=0,006$), полная БПНПГ имела ОШ 2,46 для развития кардиогенного шока ($p=0,004$) [1,7,16]. В нашем исследовании было выявлено, что НБПНПГ достоверно чаще встречалась у пациентов, умерших от ТЭЛА (у 37,9% против 16,3% у выживших, $p>0,001$). Наличие НБПНПГ в 2,8 раз повышало риск смерти ($p=0,011$), а появление ПБПНПГ сочеталось с тенденцией к развитию шока (ОШ 4,116; 95%ДИ 0,983-17,245; $p=0,053$).

Инверсия зубца Т в отведениях III, V₁-V₃ часто наблюдается при ТЭЛА. Возможная взаимосвязь инверсии зубца Т в прекардиальных отведениях с неблагоприятным прогнозом при острой ТЭЛА была зафиксирована еще в 1970-х гг. P. Stein и соавт., которые обнаружили, что инверсия зубца Т встречается у 46% пациентов с массивной ТЭЛА и у 38% пациентов с субмассивной ТЭЛА [17]. В ряде исследований было установлено, что у пациентов с острой ТЭЛА с имеющейся на ЭКГ инверсией зубца Т в отведениях V₁-V₃

статистически значимо чаще выявляется дисфункция ПЖ (75% пациентов с наличием дисфункции ПЖ по сравнению с 5% пациентов с отсутствием дисфункции ПЖ; $p<0,001$) [18]. В нашем исследовании наличие инверсии зубца Т в III отведении было статистически значимо связано с развитием шока и гипотензии, а также дилатации ПЖ и легочной гипертензии.

Классическим ЭКГ-паттерном, характерным для ТЭЛА, является синдром SIQIII, впервые описанный McGinn и White в 1935 г. Позже было установлено, что синдром SIQIII чаще регистрируется у пациентов с тяжелой ТЭЛА, является наиболее чувствительным ЭКГ-признаком для ТЭЛА с нестабильной гемодинамикой, и может быть полезным для стратификации риска при ТЭЛА. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что синдром SIQIII может чаще встречаться в острой фазе ТЭЛА, и имеет тенденцию исчезать при нормализации СДЛА [17]. В нашем исследовании синдром SIQIII статистически значимо был связан с летальным исходом. Он регистрировался у 55,2% умерших пациентов по сравнению с 33% выживших ($p=0,015$), наличие данного признака в 2,3 раза повышало риск развития летального исхода ($p=0,038$). Паттерн SIQIII также был связан с развитием дилатации ПЖ и легочной гипертензии, однако статистически значимой взаимосвязи между наличием синдрома SIQIII и повышением уровня сердечных биомаркеров отмечено не было.

Все чаще в качестве прогностического маркера рассматривается подъем сегмента ST в отведении aVR. Известно, что данный признак присутствует у 30-43% пациентов с острой ТЭЛА [1]. Он связан с более высоким риском смерти, развитием госпитальных осложнений, ухудшением показателей гемодинамики и развитием дисфункции ПЖ [1]. В нашем исследовании было продемонстрировано, что подъем сегмента ST в отведении aVR коррелирует только с развитием дисфункции ПЖ.

Появление *p-pulmonale* при ТЭЛА не показало большого прогностического значения в проведенных ранее исследованиях [8, 17-18]. Не было выявлено достоверной взаимосвязи между появлением *p-pulmonale* и исходами при острой ТЭЛА, развитием госпитальных осложнений, увеличением ПЖ или повышением уровня сердечных биомаркеров. Нами была выявлена взаимосвязь между появлением *p-pulmonale* и развитием гипотензии и легочной гипертензии.

Заключение

В ходе нашего исследования электрокардиография как метод первого этапа диагностики ТЭЛА по-

казала свое несомненное прогностическое значение для прогнозирования неблагоприятных исходов. Однако в связи с ее умеренной чувствительностью и специфичностью для более точного прогноза необходимо использовать данные других диагностических методов.

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

Disclosures. All authors have not disclosed potential conflicts of interest regarding the content of this paper.

References / Литература

1. Kukla P., McIntyre W.F., Fijorek K., et al. Electrocardiographic abnormalities in patients with acute pulmonary embolism complicated by cardiogenic shock. *Am J Emerg Med.* 2014;32(6):507-10. doi:10.1016/j.ajem.2014.01.043.
2. Bogorodskij A.Yu., Ruban V.V., Kuligin A.V. Features of hemodynamic and gas exchange in patients with thromboembolism of small pulmonary artery branches. *Cardiology: News, Opinions, Training.* 2018;6(2):73-8. (In Russ.) [Богородский А.Ю., Рубан В.В., Кулигин А.В. Особенности гемодинамики и газообмена у пациентов с тромбозом мелких ветвей легочной артерии. *Кардиология: Новости, Мнения, Обучение.* 2018;2:73-8]. doi:10.24411/2309-1908-2018-12009.
3. Wiener R.S., Schwartz L.M., Woloshin S. Time trends in pulmonary embolism in the United States: evidence of over diagnosis. *Arch Intern Med.* 2011;171:831-7. doi:10.1001/archinternmed.2011.178.
4. Goldhaber S.Z., Visani L., De Rosa M. Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER). *Lancet.* 1999;353:1386-9.
5. Wellens H.J.J. ECG recognition of acute pulmonary embolism. In: Wellens H.J.J., Conover M.B., eds. *The ECG in emergency decision making.* 2-nd Edition. St. Louis: Saunders/Elsevier; 2006; 185-95.
6. Rodger M., Makropoulos D., Turek M., et al. Diagnostic value of the electrocardiogram in suspected pulmonary embolism. *Am J Cardiol.* 2000;86:807-9.
7. Sreeram N., Cherix E.C., Smeets J.L., et al. Value of the 12-lead electrocardiogram at hospital admission in the diagnosis of pulmonary embolism. *Am J Cardiol.* 1994;73:298-303.
8. Kosuge M., Kimura K., Ishikawa T., et al. Electrocardiographic differentiation between acute pulmonary embolism and acute coronary syndromes on the basis of negative T waves. *Am J Cardiol.* 2007;99:817-21. doi:10.1016/j.amjcard.2006.10.043.
9. Daniel K., Courtney D., Kline J.A. Assessment of cardiac stress from massive pulmonary embolism with 12-lead ECG. *Chest.* 2001;120:474-81.
10. Tayama E., Ouchida M., Teshima H., et al. Treatment of acute massive/submassive pulmonary embolism. *Circ J.* 2002;66:479-83.
11. Geibel A., Zehender M., Kasper W., et al. Prognostic value of the ECG on admission in patients with acute major pulmonary embolism. *Eur Respir J.* 2005;25:843-8. doi:10.1183/09031936.05.00119704.
12. Torbicki A., Perrier A., Konstantinides S., et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2008;29:2276-315. doi:10.1093/eurheartj/ehn310.
13. Konstantinides S.V., Torbicki A., Agnelli G., et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J.* 2014;35(43):3033-69. doi:10.1093/eurheartj/ehu283.
14. Kostrubiec M., Hryniewicz A., Pedowska-Wloszek J., et al. Is it possible to use standard electrocardiography for risk assessment of patients with pulmonary embolism? *Kardiologia Polska.* 2009;67:744-50.
15. Kline J.A., Hernandez-Nino J., Rose G.A., et al. Surrogate markers for adverse outcomes in normotensive patients with pulmonary embolism. *Crit Care Med.* 2006;34:2773-80.
16. Sinha N., Yalamanchili K., Sukhija R., et al. Role of the 12-lead electrocardiogram in diagnosing pulmonary embolism. *Cardiol Rev.* 2005;13:46-9.
17. Stein P.D., Dalen J.E., McIntyre K.M., et al. The electrocardiogram in acute pulmonary embolism. *Prog Cardiovasc Dis.* 1975;17:247-57.
18. Kim S.E., Park D.G., Choi H.H., et al. The best predictor for right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism: comparison between electrocardiography and biomarkers. *Kor Circ J.* 2009;39:378-81.

About the Authors:

Irina S. Mullova – MD, Post-Graduate Student, Chair of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Samara State Medical University;

Cardiologist, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary

Tatyana V. Pavlova – MD, PhD, Professor, Chair of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Samara State Medical University

Sergey M. Khokhlunov – MD, PhD, Professor, Head of Chair of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Samara State Medical University

Dmitry V. Duplyakov – MD, PhD, Professor, Chair of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Samara State Medical University; Medical Director, Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary

Сведения об авторах:

Муллова Ирина Сергеевна – аспирант, кафедра кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, Институт профессионального образования, Самарский государственный медицинский университет; врач-кардиолог, Самарский областной клинический кардиологический диспансер

Павлова Татьяна Валентиновна – д.м.н., профессор, кафедра кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, Институт профессионального образования, Самарский государственный медицинский университет

Хохлунов Сергей Михайлович – д.м.н., профессор, зав. кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, Институт профессионального образования, Самарский государственный медицинский университет

Дупляков Дмитрий Викторович – д.м.н., профессор, кафедра кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, Институт профессионального образования, Самарский государственный медицинский университет; зам. главного врача по медицинской части, Самарский областной клинический кардиологический диспансер