

<https://doi.org/10.35336/VA-1329><https://elibrary.ru/VHKELY>

# МЕЖПРЕДСЕРДНАЯ БЛОКАДА И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АНОМАЛЬНОЙ Р ВОЛНЫ КАК НЕИНВАЗИВНЫЕ ПРЕДИКТОРЫ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Т.Г.Вайханская, Т.М.Коптюх, И.Д.Козлов, А.В.Фролов

*ГУ Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Республика Беларусь, Минск, ул. Розы Люксембург, д. 110б.*

**Цель.** Определение неинвазивных маркеров электрической предсердной дисфункции и риска развития неклапанной фибрилляции предсердий (ФП), разработка прогностической математической модели для оценки риска ФП на основе электрокардиографических (ЭКГ) показателей Р волны во время синусового ритма.

**Материал и методы исследования.** В исследование включили 211 пациентов с кардиоваскулярной патологией (медиана возраста 62 [52; 71] лет, 67,8% мужчины, сердечная недостаточность I-III ФК по NYHA). Всем пациентам в динамике (период наблюдения - медиана 45 [26; 67] мес.) проведен комплекс исследований: ЭКГ в 12 отведениях, эхокардиография, суточное мониторирование ЭКГ. По данным поверхностной ЭКГ во время синусового ритма оценивали параметры электрической активации предсердий - морфологию, длительность и вольтаж зубцов Р с интегральным анализом аномальности Р волны по шкале MVP.

**Результаты.** В 3,7-летний период у 44 (20,8%) пациентов впервые зарегистрированы устойчивые пароксизмы ФП, у 12 (5,69%) пациентов развился ишемический инсульт. В результате ROC-анализа и однофакторной Кокс-регрессии выявлены независимые предикторы ФП: расширение Р волны во II-м отведении ЭКГ, межпредсердная блокада (МПБ) 3 степени, увеличение площади терминальной негативной фазы Р волны в отведении  $V_1$  (PTFV<sub>1</sub>), низкоамплитудный Р зубец в I-м отведении и расчетный уровень аномальности Р волны  $\geq 3$  баллов по шкале MVP. Данные многофакторного регрессионного анализа пропорциональных рисков Кокса подтвердили прогностическую значимость для трех независимых предикторов ФП: МПБ 3 ст. (отношение рисков (ОР) 5,92; 95% доверительный интервал (ДИ) [2,48-4,12];  $p=0,0001$ ), PTFV<sub>1</sub> (ОР 1,14; 95% ДИ [1,04-1,24],  $p=0,003$ ), низковольтовая Р волна в I-м отведении  $<0,1$  мВ (ОР 1,03; 95% ДИ [1,02-1,05];  $p=0,0001$ ); в результате построена математическая модель для прогнозирования риска ФП ( $-2LL=258$ ;  $\chi^2=105$ ;  $p=0,0001$ ). Такие предикторы, как PTFV<sub>1</sub> (ОР 1,41; 95% ДИ [1,17-1,72],  $p=0,0001$ ) и шкала MVP (ОР 1,85; 95% ДИ [1,27-2,70],  $p=0,001$ ) были ассоциированы с высоким риском инсульта согласно Кокс регрессионной модели ( $-2LL=62,5$ ;  $\chi^2=38,4$ ;  $p<0,001$ ).

**Заключение.** Комплекс ЭКГ-маркеров электрической дисфункции предсердий, таких как МПБ, PTFV<sub>1</sub>, MVP шкала и низкий вольтаж Р волны, позволяет идентифицировать пациентов с высоким риском ФП и ишемического инсульта.

**Ключевые слова:** межпредсердная блокада; параметры Р волны; предикторы риска; фибрилляция предсердий; инсульт; электрокардиография

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Финансирование:** отсутствует.

**Рукопись получена:** 31.01.2024 **Исправленная версия получена:** 07.03.2024 **Принята к публикации:** 28.03.2024

**Ответственный за переписку:** Вайханская Татьяна Геннадьевна, E-mail: tat\_vaikh@mail.ru

Т.Г.Вайханская - ORCID ID 0000-0002-2127-8525, И.Д.Козлов - ORCID ID 0009-0002-9247-2904, А.В.Фролов - ORCID ID 0000-0002-7470-6992

**Для цитирования:** Вайханская ТГ, Коптюх ТМ, Козлов ИД, Фролов АВ. Межпредсердная блокада и электрокардиографические параметры аномальной р волны как неинвазивные предикторы фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2024;31(2): 24-34. <https://doi.org/10.35336/VA-1329>.

## INTERATRIAL BLOCK AND ABNORMAL P-WAVE ELECTROCARDIOGRAPHIC PARAMETERS AS NON-INVASIVE PREDICTORS OF ATRIAL FIBRILLATION

T.G.Vaikhanskaya, T.M.Kaptiukh, I.D.Kozlov, A.V.Frolov

*State Institution «Republican Scientific and Practical Centre «Cardiology»», Belarus, Minsk, 110b Rose Luxembourg str.*

**Aim.** To identify noninvasive markers of atrial electrical dysfunction and risk of nonvalvular atrial fibrillation (AF) and to develop a predictive mathematical model to estimate the AF risk based on electrocardiographic (ECG) P-wave parameters during sinus rhythm.

**Methods.** The study included 211 patients with cardiovascular pathology (aged median 62 [52; 71] years, 67.8% male, NYHA heart failure class I-III). All patients (follow-up median 45 [26; 67] months) underwent a complex of studi-

es: 12-lead ECG, echocardiography, 24-hour ECG monitoring. Based on surface ECG data during sinus rhythm, parameters of atrial electrical activation were assessed such as Morphology, Voltage and P waves duration (MVP) according to integral analysis by MVP score.

**Results.** During 3.7-year period, 44 (20.8%) patients experienced new-onset sustained AF and 12 (5.69%) patients developed ischemic stroke. As a result of ROC analysis and univariate Cox regression, independent predictors of AF were identified: P-wave prolongation in the DII lead, 3rd degree or advanced interatrial block (aIAB), an increase P-wave terminal force in lead  $V_1$  (PTFV<sub>1</sub>), low-voltage P-wave in the DI lead and calculated level of abnormal P-wave  $\geq 3$  points on the MVP score. Data from multivariate Cox proportional hazards regression analysis confirmed the prognostic significance for three independent predictors of AF: aIAB (hazard ratio (HR) 5.92; 95% confidence interval (CI) [2.48-4.12];  $p=0.0001$ ); PTFV<sub>1</sub> (HR 1.14; 95% CI [1.04-1.24],  $p=0.003$ ); low-voltage P-wave in lead DI  $<0.1$  mV (HR 1.03; 95% CI [1.02-1.05];  $p=0.0001$ ); and as a result a mathematical model was created to predict AF risk ( $-2LL = 258$ ;  $\chi^2 = 105$ ;  $p=0.0001$ ). Predictors such as PTFV<sub>1</sub> (HR 1.41; 95% CI [1.17-1.72],  $p=0.0001$ ) and MVP score of abnormal P-waves (HR 1.85; 95% CI [1.27-1.72] 2.70],  $p=0.001$ ) were associated with a high risk of stroke according to Cox regression model ( $-2LL = 62.5$ ;  $\chi^2 = 38.4$ ;  $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** Complex of ECG markers of atrial electrical dysfunction such as aIAB, PTFV<sub>1</sub>, level MVP score of abnormal P-wave and low P-wave voltage allows identifying patients at high risk of AF and ischemic stroke.

**Key words:** advanced interatrial block; P-wave score; risk predictors; atrial fibrillation; stroke; electrocardiography

**Conflict of interest:** none.

**Funding:** none.

**Received:** 31.01.2024 **Revision received:** 07.03.2024 **Accepted:** 28.03.2024

**Corresponding author:** Tatiyana G. Vaikhanskaya, E-mail: tat\_vaikh@mail.ru

T.G.Vaikhanskaya - ORCID ID 0000-0002-2127-8525, I.D.Kozlov - ORCID ID 0009-0002-9247-2904, A.V.Frolov - ORCID ID 0000-0002-7470-6992

**For citation:** Vaikhanskaya TG, Kaptiukh TM, Kozlov ID, Frolov AV. Interatrial block and abnormal p-wave electrocardiographic parameters as non-invasive predictors of atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2024;31(2): 24-34. <https://doi.org/10.35336/VA-1329>.

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной сердечной тахикардией в общей популяции (1-2%), частота развития ФП увеличивается с возрастом и достигает 6% у лиц старше 65 лет. ФП ассоциируется с наиболее распространенными заболеваниями - ишемической болезнью сердца (ИБС), артериальной гипертензией (АГ), эндокринологическими заболеваниями, клапанными пороками и сердечной недостаточностью (СН) [1, 2]. У пациентов с ИБС (в зависимости от типа и степени поражения коронарных артерий) распространенность ФП составляет от 4,1% до 58%, а у лиц с ФП частота выявления ИБС достигает 34%. Развитие ФП вызывает обострение симптомов ИБС и СН, ухудшает клиническое течение и повышает риск серьезных осложнений - системных тромбоэмболий, инсультов и когнитивных нарушений [1-3].

ФП ассоциируется с заболеванием предсердий - атриомиопатией, сопровождающейся структурными и электромеханическими изменениями [3-6]. Как правило, эти изменения в предсердиях предшествуют дебюту ФП и могут быть обнаружены при исследовании атриальной активации как при эндокардиальном картировании, так и при регистрации поверхностной электрокардиограммы (ЭКГ) [7]. Параметры Р волны на ЭКГ отражают электрическую активацию предсердий, которая зависит от структуры, размеров и электромеханической функции предсердий, поэтому ряд показателей Р волны активно изучаются в последнее 10-летие в качестве предикторов возникновения ФП

[8-14]. Например, авторы M.Rasmussen et al. (2020) обнаружили, что длительность зубца Р  $>120$  мс, увеличение площади конечной негативной фазы Р волны в отведении  $V_1$  (PTFV<sub>1</sub>, P-wave terminal force in  $V_1$ ) и отклонение электрической оси Р волны вправо ассоциированы с возраст-зависимой манифестацией ФП [14]. В нескольких эпидемиологических исследованиях продемонстрирована прогностическая значимость удлинения волны Р, частичной и далеко зашедшей межпредсердной блокады как независимых предикторов риска ФП [14-18].

Межпредсердная блокада (МПБ) является одним из наиболее изученных ЭКГ феноменов, отражающих задержку проведения между правым и левым предсердием (ЛП) через пучок Бахмана [18, 19]. Аномалии предсердий, такие как атриальный фиброз и дилатация ЛП, приводят к аномальной электрофизиологии и электрическому атриальному ремоделированию с замедлением проведения импульсов и являются электроанатомическим субстратом для развития предсердных аритмий [17-20]. Структурные изменения в зоне пучка Бахмана вызывают продольную диссоциацию в соседних мышечных волокнах и способствуют формированию механизма re-entry и развитию ФП. Взаимосвязи МПБ и ФП подтверждены в многочисленных исследованиях [13-19]. Эксперты в электрофизиологии, научные последователи А. Байеса де Луна - известного испанского ученого, впервые заявившего в 1988 году об этом феномене, предложили в 2015 году новый термин - «Байес синдром», как отдельный

клинический синдром, для которого характерно сочетание МПБ 3-й степени и наджелудочковых тахикардий, самой частой из которых является ФП [15, 19-21]. И уже в 2018 году опубликованы результаты мета-анализа (16 исследований с долгосрочным наблюдением 17865 пациентов), которые продемонстрировали строгую связь между МПБ и ФП; авторами установлено, что наличие далеко зашедшей МПБ повышает риск развития ФП в два раза [22].

Далеко зашедшая МПБ, или МПБ 3-й степени, характеризуется ретроградным распространением депolarизации в ЛП и отражается на ЭКГ расширением Р волны ( $>120$  мс) и бифазной морфологией Р волны в 3-х нижних отведениях ЭКГ (II, III, aVF). Частичная МПБ, или МПБ 1-й степени, на поверхностной ЭКГ выглядит как расширенная положительная (моно- или изофазная) волна Р с длительностью  $\geq 120$  мс [23]. Однако исследования взаимосвязей между ФП и параметрами Р волны ограничены некоторыми методологическими факторами: ретроспективность анализа, субъективизм в оценке длительности и морфологии волны Р при отсутствии унифицированных автоматических алгоритмов для анализа Р-волн и недооценка реальной распространенности ФП вследствие гиподиагностики асимптомных и субклинических вариантов ФП [7-11]. Для оценки асимптомных эпизодов ФП в исследовании авторов F.Kreimer et al. (2021) были изучены данные 366 пациентов с имплантированными петлевыми регистраторами; в результате анализа независимых факторов было обнаружено, что далеко зашедшая МПБ и аномальная площадь терминальной фазы Р волны в отведении  $V_1$  ассоциировались с 5-кратным повышением риска развития ФП [24].

Целью работы было изучение электрической предсердной дисфункции и распространенности МПБ у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ИБС, АГ, кардиомиопатии), оценка неинвазивных ЭКГ предикторов риска развития неклапанной ФП и разработка математической модели для прогнозирования риска ФП.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включили 211 пациентов с синусовым ритмом и стабильным течением сердечно-сосудистого заболевания (ИБС, АГ, кардиомиопатия). Симптомы СН II ФК ( $n=102$ ) и III ФК ( $n=46$ ) по NYHA выявлены у 70,1% лиц когорты. Электронные кардиостимуляторы (ЭКС) имплантированы 37 пациентам (15 двухкамерных DDD и 22 ресинхронизирующих CRT-P устройств). Клиническая характеристика совокупной когорты представлена в табл. 1. Период наблюдения составил 45 [26; 67] месяцев. При формировании про-

Таблица 1.

*Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование (Me [LQ; UQ])*

Параметр	Пациенты (n=211)
Возраст, годы	62 [52; 71]
Пол, мужчины, n (%)	143 (67,8)
Масса тела, кг	72 [64; 85]
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	28 [27; 30]
Сахарный диабет, n (%)	66 (31,3)
Артериальная гипертензия, n (%)	118 (55,9)
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	23 (10,9)
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	121 (57,3)
Гипертрофическая необструктивная кардиомиопатия, n (%)	10 (4,74)
Дилатационная / рестриктивная кардиомиопатия, n (%)	7/3 (3,32/1,42)
Сердечная недостаточность ФК III по NYHA, n (%)	46 (21,8)
Межпредсердная блокада (1-3 степени), n (%)	65 (30,8)
Длительность зубца Р во II-м отведении ЭКГ, мс	112 [107; 122]
Далеко зашедшая межпредсердная блокада, n (%)	42 (19,9)
Амплитуда Р волны в I-м отведении ЭКГ, мВ	0,12 [0,10; 0,14]
Длительность PR интервала во II-м отведении ЭКГ, мс	176 [156; 200]
Амплитуда негативной фазы Р зубца во II-м отведении ЭКГ, мВ	0,12 [0,01; 0,17]
Амплитуда позитивной фазы Р зубца во II-м отведении ЭКГ, мВ	0,23 [0,15; 0,28]
Амплитуда негативной конечной фазы Р зубца в отведении $V_1$ , мВ	0,06 [0,01; 0,10]
Длительность отрицательной фазы Р волны в отведении $V_1$ , мс	48 [0,01; 64]
Площадь терминальной фазы зубца Р в отведении $V_1$ , мс × мВ	3,22 [0,01; 6,43]
Шкала MVP, баллы	1 [0; 3]
Фракция выброса левого желудочка, %	62 [55; 64]
Диаметр левого предсердия (переднезадний размер), мм	40 [36; 44]
HATCH шкала, баллы	1 [0; 3]
CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc шкала, баллы	2 [1; 3]
Шкала HASBLED, баллы	2 [1; 2]
Имплантированные электронные устройства, n (%)	37 (17,5)
Период наблюдения, месяцы	45 [26; 67]

Примечания: MVP - шкала оценки морфологии и амплитудно-временных параметров Р волны; HATCH - балльная шкала прогноза прогрессирования ФП: гипертензия (1 балл), возраст  $\geq 75$  лет (1 балл), ТИА/инсульт (1 балл), ХОБЛ (1 балл), СН (2 балла); CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc - шкала оценки риска тромбоэмболических осложнений; HASBLED - шкала оценки риска кровотечений.

спективной одноцентровой выборки, представляющей «популяционный срез» наиболее распространенных сердечно-сосудистых заболеваний у лиц в возрасте  $\geq 50$  лет, использовали следующие критерии включения в исследование: наличие письменного информированного согласия на проведение исследований; синусовый ритм на момент включения в исследование; нормальная фракция выброса левого желудочка (ФВЛЖ) или умеренно сниженная ФВЛЖ ( $\geq 39\%$ ); отсутствие предшествующей процедуры аблации или клапанной коррекции. Критериями не включения в исследование были приняты следующие условия: инсульт в анамнезе, инфаркт миокарда или аортокоронарное шунтирование давностью менее 6 месяцев; деменция; первичный клапанный или врожденный порок сердца; терминальная стадия СН; ФП в анамнезе или катетерное лечение аритмии; ЭКГ низкого качества, препятствующего прецизионному измерению Р волны.

При синусовом ритме анализировали исходные данные цифровой ЭКГ-12 (амплитуда, длительность, морфология Р волны и PR интервал) и параметры эхокардиографии (ЭхоКГ). Магнитно-резонансную томографию (МРТ) сердца с контрастированием выполнили 183 пациентам, паттерн отсроченного контрастирования миокарда (LGE) был принят в качестве критерия миокардиального фиброза. Оценка амплитудно-временных параметров Р волны проведена с помощью 12-канальной цифровой компьютерной системы «Интекард-8» (Беларусь) согласно алгоритмам автоматического ЭКГ анализа. Дополнительная мануальная коррекция электронных меток Р волны на ЭКГ у пациентов с имплантированными ЭКС выполнена двумя независимыми специалистами с помощью увеличения

масштаба комплексов ЭКГ на мониторе и прецизионного калипера. Для интегральной оценки сигнала предсердной активности на поверхностной ЭКГ применили шкалу MVP анализа параметров Р волны [10], прогностическая ценность которой была подтверждена в нескольких исследованиях, проведенных в различных популяционных группах [25, 26]. Шкала MVP позволила идентифицировать комплекс аномальных показателей Р волны, отражающих степень электрического ремоделирования предсердий и МПБ в баллах:

- морфология в нижних отведениях (II, III, aVF), начисление баллов: при монофазной Р волне  $<120$  мс - 0 баллов, при монофазной Р волне  $\geq 120$  мс - 1 балл, при бифазной Р волне  $\geq 120$  мс - 2 балла;
- вольтаж (амплитуда) в I-м отведении (при Р  $>0,20$  мВ - 0 баллов; при Р в диапазоне 0,10-0,20 мВ - 1 балл, при Р  $<0,10$  мВ - 2 балла);
- длительность Р волны (при Р  $<120$  мс - 0 баллов, при длительности волны Р в диапазоне 120-140 мс - 1 балл, при Р  $>140$  мс - 2 балла).

Для оценки степени МПБ применили ЭКГ критерии классификации [27, 28], представленные в табл. 2. Для дифференциальной диагностики, далеко зашедшей МПБ с предсердным эктопическим ритмом, возникающим на уровне терминального гребня, проводили тщательное исследование нижних боковых отведений ЭКГ ( $V_5$  и  $V_6$ ) на предмет наличия положительного зубца Р (критерий, помогающий отличить МПБ от эктопических узловых и предсердных ритмов). Аритмические события оценивали в динамике (два раза в год) с помощью поверхностной ЭКГ-12, холтеровского мониторирования (ХМ) и процедуры интеррогирования ЭКС (запрос заданных параметров и статистиче-

Таблица 2.

**Классификация межпредсердной блокады**

Классификация	Степень, тип	Патофизиология	ЭКГ признаки
Частичная	Первая	Замедление проведения импульсов по пучку Бахмана	Однофазная волна Р $\geq 120$ мс в нижних отведениях (II, III, aVF)
Интермиттирующая	Вторая	Транзиторная блокада проведения импульсов по пучку Бахмана	Чередование однофазной волны Р $\geq 120$ мс в отведении (II, III или aVF) с двухфазной (+/-) удлиненной волной Р в этом же отведении
Далеко зашедшая типичная	Третья	Полная постоянная блокада проведения импульсов по пучку Бахмана с ретроградной активацией левого предсердия (импульс распространяется вниз к атриовентрикулярному узлу и устью коронарного синуса, а затем вверх в каудально-краниальном направлении)	Удлинение волны Р $\geq 120$ мс с двухфазной (+/-) морфологией во всех нижних отведениях (II, III и aVF)
Далеко зашедшая атипичная	Тип I		Р $\geq 120$ мс, волна 2-фазная в III и aVF, во II-м отведении конечный компонент Р изофазный
	Тип II		Р $\geq 120$ мс, волна бифазная в III и aVF, во II-м отведении и конечная часть Р волны бифазная (в целом 3-фазная морфология Р волны в отведении II)
	Тип III		Р $\geq 120$ мс, волна бифазная во II-м отведении (+/-) с негативной частью Р в отведениях III, aVF
	Тип IV		Р $\geq 120$ мс с 3-фазной морфологией в отведениях II, III и aVF
	Тип V*		Р $<120$ мс с типичной 2-фазной морфологией (+/-) во всех нижних отведениях (II, III, aVF)

Примечание: \* - при нормальной длительности волны Р.



ских данных по аппаратному выявлению аритмических эпизодов, зафиксированных имплантированным устройством пациента).

Первичной конечной точкой служил первый эпизод пароксизмальной или персистирующей ФП. Конечная точка (код диагноза 148 в МКБ-10) считалась достигнутой в случае обнаружения ФП (пароксизмальная, персистирующая и перманентная формы) или устойчивого трепетания предсердий (ТП) по данным ЭКГ и/или ХМ, при интерпретировании ЭКС или при наличии документированной истории ФП. В зависимости от наличия или отсутствия эпизодов ФП/ТП в период наблюдения, анализируемую совокупную когорту разделили на 2 группы: 1) группа без ФП событий с синусовым ритмом (СР, n=167, в т.ч. 23 пациента с ЭКС) и группа с зарегистрированными

ми эпизодами ФП/ТП в период наблюдения (ФП, n=44; в т.ч. 14 лиц с ЭКС).

#### Статистический анализ

Обработка данных проводилась с помощью IBM программы SPSS-23.0; критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05. Количественные при-

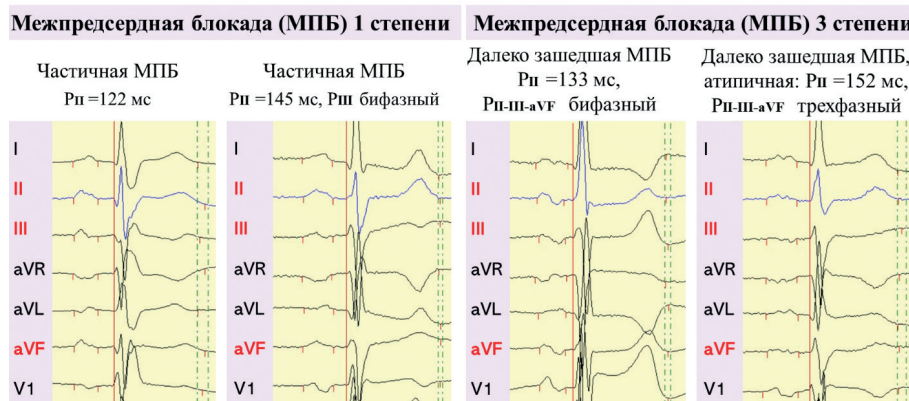


Рис. 1. Варианты аномального межпредсердного проведения у пациентов анализируемой выборки.

Таблица 3.

Сравнительная характеристика пациентов в зависимости от достижения конечной точки (ФП)

	Группа СР (n=167)	Группа ФП (n=44)	p
Возраст, лет (M±sd)	58,9±14,1	65,3±12,6	0,006
Пол, мужской, n (%)	117 (70,1)	26 (59,1)	0,166
Артериальная гипертензия, n (%)	89 (53,3)	29 (65,9)	0,134
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	49 (29,3)	17 (38,6)	0,237
Гиперлипидемия, n (%)	78 (46,7)	16 (36,4)	0,292
Курение n (%)	35 (20,9)	9 (20,4)	0,858
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	8 (4,8)	15 (34,1)	<0,0001
Эхокардиографические параметры			
Фракция выброса левого желудочка, %	59,1±9,48	55,9±10,7	0,079
Индексированный объем левого предсердия, мл/м <sup>2</sup> (Me [LQ; UQ])	32 [29; 35]	39 [35; 43]	0,006
Переднезадний диаметр ЛП, мм (M±sd)	39,3±5,16	44,1±6,75	0,011
Электрокардиографические параметры			
Длительность Р волны в отведении II, мс (M±sd)	110±9,20	137±23,5	<0,001
Длительность негативной фазы Р волны в отведении II, мс (Me [LQ; UQ])	44 [40; 50]	68 [65; 117]	0,001
Длительность положительной фазы Р волны в отведении II, мс (Me [LQ; UQ])	39 [33; 52]	38 [30; 49]	0,575
Длительность негативной фазы Р волны в отведении V <sub>1</sub> , мс (M±sd)	33,9±30,5	58,4±31,7	<0,001
Площадь негативной фазы Р волны в отведении V <sub>1</sub> , мВ*мс (Me [LQ; UQ])	3,23 [0; 4,45]	5,87 [3,9; 9,98]	0,004
Амплитуда Р волны в отведении I, мВ (M±sd)	0,14±0,03	0,06±0,03	<0,001
Амплитуда Р волны в отведении II, мВ (M±sd)	0,24±0,08	0,14±0,04	<0,001
Интервал PR, мс (M±sd)	176±35,0	203±38,2	<0,001
Частичная межпредсердная блокада, n (%)	6 (3,59)	17 (38,6)	<0,001
Далеко зашедшая межпредсердная блокада, n (%)	5 (2,99)	37 (84,1)	<0,001
HATCH шкала, баллы (Me [LQ; UQ])	1,25 [0; 2,5]	2,5 [1,5; 4]	0,001
Шкала CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc, баллы (Me [LQ; UQ])	2 [0,5; 3,25]	3,5 [1,25; 5,25]	0,013
Шкала MVP, баллы (Me [LQ; UQ])	0,46 [0; 1,25]	4,5 [3,5; 6]	<0,001

Примечание здесь и далее: ФП - фибрилляция предсердий, СР - синусовый ритм, ЛП - левое предсердие.

знаки, не соответствующие закону нормального распределения, представлены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей (Me [LQ; UQ]). Для качественных признаков были рассчитаны абсолютные значения (n) проявления признака и частота проявления признака в процентах (%). Статистическая обработка была проведена с использованием критерия Манна-Уитни для количественных показателей, для качественных показателей - критерия  $\chi^2$  с поправкой Йейтса. Различия между исследуемыми группами были проверены с помощью критерия медианного теста. Определение точки отсечения, соответствующей оптимальному значению предиктора для прогноза ФП, а также определение качества регрессионных моделей риска осуществлялись с помощью ROC анализа с построением ROC-кривых и оценки их операционных характеристик. Параметры отношения рисков (HR) рассчитывали с помощью регрессионной модели пропорциональных рисков Кокса (однофакторная и многофакторная регрессия Кокса).

Проведение исследования одобрено местным этическим комитетом и выполнено в соответствии

со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

При включении в исследование у 146 пациентов (69,2%) выявлена интактная предсердная проводимость (длительность зубца P<120 мс), и у 65 лиц (30,8%) обнаружена МПБ, в том числе далеко зашедшая МПБ зарегистрирована в 42 (19,9%) случаях. Атипичный вариант МПБ 3-степени выявлен у 23 (54,8%) из 42 лиц с далеко зашедшей МПБ. МПБ 2-й степени зафиксирована в одном случае. У пациентов с имплантированными ЭКС устройствами МПБ выявлена у 16 (43,2%) из 37 пациентов при нативном синусовом ритме (в 32,4% - частичная МПБ, в 10,8% - далеко зашедшая МПБ). Варианты нарушения межпредсердной проводимости представлены на рис. 1.

Таблица 4.

Сравнение категориальных параметров в группах СР и ФП

		Группа СР (n=167)	Группа ФП (n=44)	$\chi^2$	p
Пол пациента, n (%)	жен	50 (29,9)	18 (40,9)	1,92	0,166
	муж	117 (70,1)	26 (59,1)		
Фиброз миокарда, n (%)*	нет	119 (85,6)	22 (50,0)	24,0	0,0001
	есть	20 (14,4)	22 (50,0)		
СН по NYHA ФК $\geq$ III класса, n (%)	нет	138 (82,6)	27 (61,4)	9,24	0,002
	есть	29 (17,4)	17 (38,6)		
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	нет	159 (95,2)	29 (65,9)	30,8	0,0001
	есть	8 (4,8)	15 (34,1)		
Сахарный диабет, n (%)	нет	118 (70,7)	27 (61,4)	1,40	0,237
	есть	49 (29,3)	17 (38,6)		
Длительность Р волны более 130 мс, n (%)	нет	167 (100)	20 (45,5)	102,8	0,0001
	есть	0	24 (54,5)		
Длительность Р волны более 150 мс, n (%)	нет	167 (100)	35 (79,5)	35,7	0,0001
	есть	0	9 (20,5)		
Уровень MVP шкалы $\geq$ 3 баллов, n (%)	нет	166 (99,4)	6 (4,2)	170	0,0001
	есть	1 (0,6)	38 (86,4)		
Межпредсердная блокада (1-3 степени), n (%)	нет	141 (84,4)	5 (13,6)	87,2	0,0001
	есть	26 (15,6)	39 (88,6)		
Межпредсердная блокада 3-й степени, n (%)	нет	162 (97,0)	7 (15,9)	144	0,0001
	есть	5 (3,0)	37 (84,1)		
Летальный исход, n (%)	нет	166 (99,4)	37 (84,1)	22,4	0,0001
	есть	1 (0,6)	7 (15,9)		
Инсульт, n (%)	нет	166 (99,4)	33 (75,0)	38,7	0,0001
	есть	1 (0,6)	11 (25,0)		

Примечание: критерии скорректированы для всех парных сравнений при помощи поправки Бонферрони, МРТ - магнитно-резонансная томография; СН - сердечная недостаточность; \* - LGE (МРТ: n=183) - позднее накопление гадолиния в левом предсердии и левом желудочке.

В анализируемом периоде у 44 лиц впервые зарегистрированы эпизоды пароксизмальной или персистирующей ФП; у лиц с имплантированными ЭКС бессимптомные ФП зафиксированы у 8 (57,1%) из 14 пациентов с пароксизмами устойчивой ФП. При сравнении исходных ЭКГ данных обнаружено, что ФП события значительно чаще наблюдались у пациентов с расширенной Р волной  $\geq$ 120 мс (88,6% vs 15,6%; критерий  $\chi^2=87,2$ ; p<0,0001), у пациентов с симптомной СН (III ФК vs I-II ФК по NYHA: 38,6% vs 17,4%;  $\chi^2=9,24$ ; p=0,002) и у лиц с хронической обструктивной болезнью легких (хроническая обструктивная болезнь легких: 34,1% vs 4,8%;  $\chi^2=30,8$ ; p=0,0001). Дескриптивная характеристика пациентов в зависимости от достижения первичной конечной точки (ФП) представлена в табл. 3.

Таким образом, в результате сравнения клинических данных и маркеров электрической предсердной дисфункции (параметры аномальной Р волны) обнаружено, что пациенты с впервые выявленной, в т.ч. персистирующей или бессимптомной ФП имели исходно более выраженное расширение Р волны во II-м отведении ЭКГ (p<0,001) и более

высокий исходный уровень баллов по шкалам MVP и HATCH (шкала прогноза прогрессирования ФП). Удлинение интервала PR и расширение диаметра ЛП также чаще встречались в группе лиц с зарегистрированной ФП ( $p < 0,05$ ). В группе лиц с эпизодами ФП наблюдалась и более высокая распространенность далеко зашедшей МПБ (критерий  $\chi^2$  с поправкой Йейтса = 144;  $p < 0,001$ ), МРТ признаков миокардиального фиброза ЛЖ/ЛП (LGE:  $\chi^2=24,7$ ;  $p < 0,001$ ) и кардиоэмболического инсульта ( $\chi^2=38,7$ ;  $p < 0,001$ ). Данные категориального анализа сравниваемых групп представлены в табл. 4.

Для выбора независимых переменных, пригодных для построения прогностической регрессионной модели, проведен ROC анализ множества параметров с уровнем значимости различий  $p \leq 0,001$ , определенным в результате сравнения 2-х групп по критериям Манна-Уитни-Уилкоксона или  $\chi^2$  Пирсона. Максимальный уровень чувствительности, специфичности и значимости определен для шкалы MVP (AUC 0,908; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,895-0,989;  $p=0,0001$ ; точка отсечения - 3 балла; чувствительность 92%, специфичность 89%). Прогностически значимое расширение Р волны во II-м отведении ЭКГ составило  $\geq 130$  мс (AUC 0,878; 95% ДИ 0,777-0,979; чувствительность 82%, специфичность 90%;  $p=0,0001$ ). Высоко значимыми предикторами развития ФП определены: низкая амплитуда Р волны в I-м отведении ЭКГ (AUC 0,987; 95% ДИ 0,975-0,999; точка отсечения  $< 0,1$  мВ;  $p=0,001$ ; чувствительность 92%, специфичность 86%) и увеличение площади конечной негативной фазы Р волны в отведении  $V_1$  (AUC 0,873; 95% ДИ 0,771-0,976; точка отсечения  $> 4,75$  мВ·мс;  $p=0,001$ ). Асимптотическая значимость морфоструктурных независимых факторов риска ФП - фиброза ЛЖ (AUC 0,697; 95% ДИ 0,597-0,796;  $p=0,001$ ) и диаметра ЛП (AUC 0,696; 95% ДИ 0,594-0,798;  $p=0,001$ ) была сопоставимо менее значимой.

Для оценки вероятного риска развития ФП проведен однофакторный регрессионный анализ пропорцио-

нальных рисков Кокса, результаты регрессии представлены в табл. 5. На рис. 2 представлено схематическое изображение экспоненциального роста вероятностного риска ФП (отношение рисков (ОР) в модели однофакторной Кокс регрессии: 1,99 - 4,56 - 15,1) в зависимости от длительности Р волны и степени МПБ. Наиболее значимыми предикторами, влияющими на риск развития ФП в 3,7-летнем периоде, согласно однофакторной Кокс регрессии определены факторы далеко зашедшей МПБ (ОР 15,1; 95% ДИ 6,64-34,2;  $p < 0,001$ ) и уровень аномальности морфологических и амплитудно-временных параметров Р волны с оценкой по шкале MVP  $\geq 3$  балла (ОР 17,8; 95% ДИ 7,44-42,7;  $p < 0,001$ ). Возраст, пол, наличие фиброза и индексированный объем ЛП (ОР 0,99 [0,91-1,07]  $p=0,078$ ) не подтвердили свою значимость согласно однофакторной Кокс-регрессии. Графики влияния независимых предикторов (далеко зашедшей МПБ и аномальной предсердной активации по шкале MVP  $\geq 3$  балла) на динамику функций риска ФП согласно однофакторным моделям пропорциональных рисков Кокса представлены на рис. 3.

Для разработки прогностической математической модели проведен многофакторный регрессионный анализ Кокса. Процедура многофакторной Кокс регрессии выполнена с помощью обратного метода Вальда с пошаговым исключением факторов риска, определенных с помощью однофакторного Кокс анализа. Результаты регрессионного анализа подтвердили высокую прогностическую значимость независимого маркера ЭКГ (далеко зашедшей МПБ) в качестве предиктора ФП (ОР 5,92; 95% ДИ [2,48-14,12];  $p < 0,001$ ). В качестве значимых независимых предикторов риска развития ФП определены также низковольтная  $P_1$  волна (амплитуда  $P_1 < 0,1$  мВ) в I-м отведении ЭКГ (ОР 1,03; 95% ДИ [1,02-1,04];  $p < 0,001$ ) и площадь конечной негативной фазы Р волны в  $V_1$  (PTFV<sub>1</sub>: ОР 1,14; 95% ДИ [1,04-1,24];  $p=0,003$ ). Морфологический параметр - переднезадний диаметр ЛП (ОР 1,11 [1,06-1,16]), который продемонстрировал прогностическую значимость ( $p=0,001$ ) в

Таблица 5.

#### Результаты однофакторного Кокс регрессионного анализа первичной конечной точки

Предикторы риска ФП	ОР (95% ДИ)	p
Площадь негативной конечной части Р волны в $V_1$ отведении (PTFV <sub>1</sub> )	1,21 (1,01-1,25)	$< 0,001$
Длительность Р волны во II-м отведении	1,01 (1,001-1,021)	0,035
MVP шкала оценки Р волны	1,51 (1,31-1,73)	$< 0,001$
Уровень шкалы MVP $\geq 3$ баллов	17,8 (7,44-42,7)	$< 0,001$
Длительность отрицательной фазы Р волны в отведении $V_1$	1,02 (1,01-1,03)	0,003
Амплитуда негативной фазы Р волны в отведении $V_1$	25,9 (1,56-50,2)	0,036
Амплитуда Р волны в I-м отведении ЭКГ	0,011 (0,005-0,027)	0,012
Низкий вольтаж зубца Р в I-м отведении ( $PI < 0,1$ мВ)	1,02 (1,012-1,029)	$< 0,001$
Длительность Р волны более 130 мс	4,56 (2,47-8,43)	$< 0,001$
Длительность Р волны более 150 мс	8,76 (2,34-19,5)	0,003
МПБ частичная и интермиттирующая (1-2 степени)	11,6 (4,86-27,6)	$< 0,001$
МПБ далеко зашедшая (3 степень)	15,1 (6,64-34,2)	$< 0,001$
Диаметр левого предсердия	1,11 (1,06-1,16)	0,001

Примечание здесь и далее: ОР - отношение рисков; ДИ - доверительный интервал; МПБ - межпредсердная блокада



результате однофакторного Кокс анализа, не подтвердил свои предиктивные характеристики в результате многофакторного регрессионного анализа пропорциональных рисков Кокса (ОР 1,07 [0,99-1,18],  $p=0,051$ ). Многофакторная регрессионная модель (табл. 6) продемонстрировала высокую прогностическую значимость ( $-2LL=257$ ;  $\chi^2=92,3$ ;  $p<0,001$ ) и уровень влияния идентифицированных предикторов на риск ФП, определяемый следующим математическим уравнением:  $\lambda(t) = \exp(0,131 \times \text{PTFV}_1 + 1,778 \times \text{МПБ } 3 \text{ ст. } [0/1] + 0,032 \times P_{I<0,1 \text{ мВ}} [0/1])$ , где  $\lambda(t)$  - риск развития ФП в каждый момент времени,  $[0/1]$  - бинарность признака по наличию МПБ 3 степени (0 - нет МПБ 3 ст., 1 - есть МПБ 3 ст.) и низкой амплитуды Р волны в I-м отведении ЭКГ (0 - при амплитуде  $P_{I\geq 0,1 \text{ мВ}}$ ; 1 - при  $P_{I<0,1 \text{ мВ}}$ ).

В этой модели регрессионные коэффициенты указывают на влияние каждого предиктора на функцию риска - при увеличении значения предиктора на единицу, если значения остальных переменных неизменны, риск наступления события возрастает в  $\exp(B)$

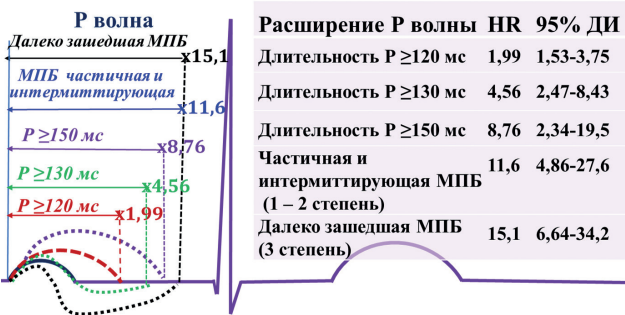


Рис. 2. Экспоненциальный рост отношения рисков (HR) в зависимости от степени МПБ по данным однофакторной Кокс регрессионной модели прогнозирования ФП.

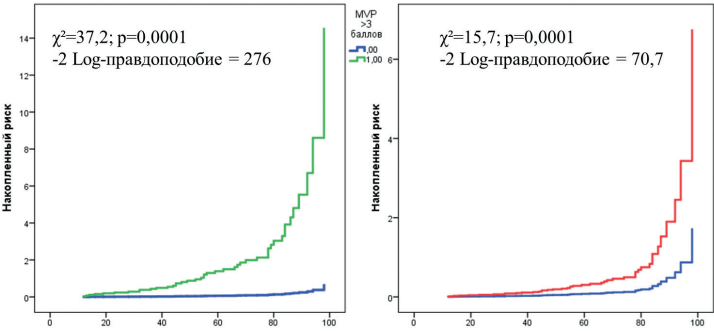


Рис. 3. Графики, демонстрирующие динамику функций риска ФП во времени согласно однофакторным моделям пропорциональных рисков в регрессии Кокса, а также влияние аномальной Р волны по шкале MVP  $\geq 3$  баллов (а) и далеко зашедшей МПБ (б).

раз. Таким образом, представленная математическая модель позволяет оценить риск развития ФП в любом временном интервале наблюдения.

В анализируемом периоде (медиана 45 мес.) у 12 пациентов (в т. ч. у 11 лиц с пароксизмальной ФП, из них 5 асимптомных) наблюдались мозговые тромбоэмболические осложнения. По данным однофакторного регрессионного анализа пропорциональных рисков Кокса выявлены значимые предикторы инсульта: возраст  $\geq 69$  лет, снижение амплитуды Р волны в I-м отведении ЭКГ, увеличение площади терминальной негативной фазы Р волны в отведении  $V_1$  и высокие баллы по шкале MVP. Идентифицированные факторы риска включили в многофакторный Кокс регрессионный анализ, в результате которого подтверждены независимые ассоциации электрической предсердной дисфункции с инсультом; определены два независимых предиктора инсульта: аномальная площадь терминальной негативной фазы Р волны в отведении  $V_1$  ( $\uparrow \text{PTFV}_1$ ) (ОР 1,41; 95% ДИ [1,17-1,72],  $p<0,001$ ) и высокие баллы оценки аномальности Р волны по шкале MVP (ОР 1,85; 95% ДИ [1,27-2,69],  $p=0,001$ ). Результаты Кокс регрессии представлены в табл. 7. Согласно модели регрессии ( $-2LL=62,5$ ;  $\chi^2=38,4$ ;  $p<0,001$ ) увеличение площади отрицательной фазы Р волны в отведении  $V_1$  ( $\uparrow \text{PTFV}_1$ ) и аномальная предсердная активация по данным морфологической и амплитудно-временной оценки Р волны по шкале MVP ассоциированы с увеличением вероятности развития инсульта на 58% и 62%, соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Параметры Р волны отражают электромеханические и структурные нарушения в предсердиях, в связи с этим в ретроспективных и проспективных исследованиях [5-17] изучались корреляции аномальных показателей Р волны с размерами ЛП и фиброзом, с показателями деформации предсердий и strain-механикой, с эпизодами частого предсердного ритма и ФП. Так, в исследовании ARIC была обнаружена сильная связь между площадью конечной части Р-волны в отведении  $V_1$  и развитием ФП, также выявлены ассоциации пролонгированной Р волны с повышенным риском ФП и когнитивных нарушений [29].

На поверхностной ЭКГ волна Р отражает деполяризацию предсердий - потенциал действия распространяется от синоатриального узла в правом предсердии по проводящим путям и межпредсердному

Таблица 6.

Результаты многофакторного Кокс регрессионного анализа предикторов ФП

Предикторы риска ФП	B	SD	Вальд	p	ОР*
Амплитуда Р волны менее 0,1 мВ в I-м отведении ЭКГ	0,032	0,006	34,35	0,000	1,033 (1,022-1,044)
Площадь отрицательной фазы Р волны в отведении $V_1$	0,131	0,045	8,623	0,003	1,140 (1,044-1,244)
Далеко зашедшая МПБ (3 степень)	1,788	0,444	16,04	0,000	5,916 (2,479-14,119)

Примечание: здесь и далее SD - стандартная ошибка; \* -  $\exp(B)$  (ДИ 95%)



пучку Бахмана к ЛП. Любые нарушения или модификации фронта деполяризации отражаются на ЭКГ в виде пролонгации Р волны. Несмотря на то, что волна Р отражает активацию обоих предсердий, на деполяризацию ЛП приходится большая часть амплитуды и длительности Р компонента (конечная фаза), поскольку ЛП имеет большую массу, чем правое предсердие.

В представленном исследовании обнаружен интересный факт - большинство выявленных независимых прогностических ЭКГ показателей связаны с пролонгацией конечной фазы Р волны, увеличением амплитуды негативной фазы Р волны в отведении  $V_1$  и снижением амплитуды Р волны  $<0,1$  мВ в I-м отведении. Вероятно, эти параметры связаны со структурным ремоделированием предсердий, которое включает как стадию гипертрофии, так и стадию дилатации. Гипертрофия обычно проявляется увеличением амплитуды, тогда как атриальная дилатация проявляется снижением амплитуды Р волны. Замедление предсердной активации характерно и для гипертрофии, и для дилатации предсердий. Так, различные типы и стадии предсердного ремоделирования миокарда могут приводить к диаметрально различным изменениям амплитуды (повышение или снижение), тогда как электрическая активация ЛП будет всегда пролонгированной независимо от типа и стадии ремоделирования ЛП, что повышает значимость и роль временных параметров Р волны и ее фазовых компонентов, зависящих от длительности активации предсердий, в прогнозировании ФП. Подтверждением этой гипотезы является высокая прогностическая значимость паттерна полной блокады пучка Бахмана - далеко зашедшей МПБ - согласно результатам многофакторного Кокс регрессионного анализа в представленном исследовании (ОР 5,92; 95% ДИ 2,48-14,12). Структурные изменения пучка Бахмана способствуют формированию механизма re-entry и развитию ФП. Полученные нами результаты согласуются с данными двух крупных многоцентровых исследований, в которых подтверждены независимые ассоциации пролонгированной Р волны с высоким риском ФП: ARIC (ОР 4,07, 95% ДИ 2,55-6,51) и Копенгагенское исследование ЭКГ (Р  $\geq 130$  мс; ОР 2,06, 95% ДИ 1,89-2,23) [29, 30].

В клинической практике удобно использовать шкалы и пороговые значения параметров для того, чтобы определить вероятность развития нежелательных осложнений и стратифицировать пациентов с высоким риском. Например, авторами A.Jadidi et al. (2018) было обнаружено, что длительность волны Р  $>150$  мс определяет высокий риск рецидива ФП после процедуры изоляции легочных вен [31]. В 2019 г B.Alexander et al. [10] впервые предложили MVP шкалу риска ФП, включающую оценку морфологии (М), вольтажа (V) и длительности Р волны (Р). Шкала MVP была разработана на основе данных анализа 676 пациентов (ср. возраст 65 лет; 68% мужчины) без предшествующей ФП, которым предстояло выполнение коронарной ангиографии. Баллы (0, 1 или 2) начислялись на основании анализа морфо-

логии Р-зубца в нижних отведениях (монофазные  $<120$  мс, монофазные  $\geq 120$  мс или двухфазные  $\geq 120$  мс), вольтажа Р в I-м отведении (Р  $>0,20$  мВ, 0,10-20 мВ или Р  $<0,10$  мВ) и длительности зубца Р (Р  $<120$  мс, 120-140 мс или  $>140$  мс). У пациентов с 5-6 баллами (высокий риск) и 3-4 баллами (промежуточный риск) частота развития ФП была значительно выше, чем у лиц с 0-2 баллами (низкий риск) [10]. В представленном нами исследовании интегральная оценка электрического ремоделирования предсердий по данным шкалы MVP также продемонстрировала хорошую прогностическую значимость: с точкой отсечения MVP  $\geq 3$  баллов для прогноза ФП (как бинарный предиктор в однофакторной Кокс регрессии) и для оценки риска развития инсульта (как дискретный предиктор в многофакторной Кокс регрессии). Полученные нами данные согласуются с результатами 5-летнего исследования Malmö Preventive Project (n=983, возраст  $70 \pm 5$  лет, 38% женщины) - в популяционной когорте пожилых лиц независимым предиктором ФП (с поправкой на пол и возраст) определена шкала MVP (порог - 4 балла; ОР 6,17; ДИ 95% 1,76-21,64) [32]. Однако в исследовании Malmö авторы M.Baturova et al. (2024) не обнаружили значимых ассоциаций между увеличением длительности Р, интервала PR, PTFV<sub>1</sub> и развитием ФП, что указывает на ограниченную ценность этих параметров Р волны в качестве универсальных предикторов риска ФП [32], в то время как вариант далеко зашедшей МПБ с двухфазной морфологией Р волны в отведениях III и aVF был наиболее распространенным типом МПБ в шведской выборке и продемонстрировал хорошую прогностическую значимость в однофакторной Кокс-модели (ОР 2,59 ДИ 95% 1,02-6,58).

#### Ограничения исследования

Представленное исследование имеет несколько ограничений: 1) исследование когортное одноцентровое и ретроспективное, несмотря на проспективность наблюдательного регистра; 2) размер выборки и сроки наблюдения относительно небольшие; 3) нельзя исключить, что некоторые пациенты с асимптомной ФП могли быть пропущены (в отсутствии имплантации и анализа событийных петлевых регистраторов). Большой размер выборки, многоцентровый подход, долгосрочное наблюдение и проспективные клинические исследования являются по-прежнему актуальными для подтверждения прогностической ценности неинвазивных атриальных предикторов ЭКГ - аномальных амплитудно-временных параметров Р волны.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования идентифицирован комплекс ЭКГ-маркеров электрической дисфункции предсердий, таких как МПБ, PTFV<sub>1</sub>, MVP

Таблица 7.

*Результаты оценки модели Кокс-регрессионного анализа предикторов инсульта*

Предикторы инсульта	B	SD	Вальд	Значимость	ОР*
PTFV <sub>1</sub>	0,347	0,099	12,34	0,000	1,414 (1,166-1,716)
MVP шкала	0,614	0,193	10,13	0,001	1,847 (1,266-2,695)

Примечание: PTFV<sub>1</sub> - площадь отрицательной фазы Р волны в отведении  $V_1$

шкала и низкий вольтаж Р волны, что позволяет идентифицировать пациентов с высоким риском ФП и ишемического инсульта.

Данные многофакторного регрессионного анализа пропорциональных рисков Кокса подтвердили независимые ассоциации далеко зашедшей МПБ с развитием ФП (ОР 5,92; 95% ДИ [2,48-14,12],  $p < 0,001$ ), что означает почти 6-кратное повышение риска ФП с момента развития далеко зашедшей МПБ и 85,5% вероятность раннего присоединения ФП. На основании полученных данных следует рассматривать далеко зашедшую МПБ как независимый фактор риска развития ФП и использовать этот предиктор у пациентов с повышенным тромбоэмболическим риском для динамического и более детального обследования с целью выявления предсердной тахикардии.

С мозговым тромбоэмболическим осложнением ассоциированы два предиктора риска: увеличение

площади терминальной негативной фазы Р волны в отведении  $V_1$  -  $PTFV_1$  (ОР 1,41; 95% ДИ [1,17-1,72],  $p < 0,001$ ) и аномальная Р волна по шкале MVP (ОР 1,85; 95% ДИ [1,27-2,69],  $p = 0,001$ ), что соответствует 58,5% и 65% вероятности более раннего развития инсульта у лиц с электрической предсердной дисфункцией.

Полученные данные указывают на важность учета предсердных ЭКГ паттернов в клинической практике и диктуют необходимость выявления пациентов с аномальными параметрами Р волны и атриальными предикторами риска ФП, что является приоритетной стратегией динамического наблюдения за пациентами с кардиоваскулярной патологией, имеющих популяционные и коморбидные факторы риска (ожирение, сахарный диабет, курение, апноэ сна, обструктивная болезнь легких и др.), для своевременного принятия решения о превентивном назначении антикоагулянтной терапии и выбора тактики лечения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Hindricks G, Potpara T, Nikolaos Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2021;42: 373-498. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa612>.
- Gopinathannair R., Chen LY., Chung MK., et al. Managing atrial fibrillation in patients with heart failure and reduced ejection fraction: a scientific statement from the American Heart Association. *Circ Arrhythmia Electrophysiol*. 2021;14: e000078. <https://doi.org/10.1161/HAIE.0000000000000078>.
- Goette A, Kalman JM, Aguinaga L, et al. EHRA/HRS/APHRS/SOLAECE expert consensus on atrial cardiomyopathies: definition, characterization, and clinical implication. *Europace*. 2016;18(10): 1455-1490. <https://doi.org/10.1093/europace/euw161>.
- Goldberger JJ, Arora R, Green D, et al. Evaluating the atrial myopathy underlying atrial fibrillation identifying the arrhythmogenic and thrombogenic substrate. *Circulation*. 2015;132: 278-291. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.115.016795>.
- Rivner H, Mitrani RD, Goldberger JJ. Atrial Myopathy Underlying Atrial Fibrillation. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2020;9(2): 61-70. <https://doi.org/10.15420/aer.2020.13>.
- Вайханская ТГ, Курушко ТВ, Персидских ЮА, и др. Предсердная кардиомиопатия - новая концепция с давней историей. Российский кардиологический журнал. 2020;25(11): 143-158. [Vaikhanskaya TG, Kurushko TV, Persianskikh YuA, et al. Atrial cardiomyopathy - a new concept with a long history. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11): 143-1583942. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/291560-4071-2020-3942>.
- Ciuffo L, Bruña V, Martínez-Sellés M, et al. Association between interatrial block, left atrial fibrosis, and mechanical dyssynchrony: electrocardiography-magnetic resonance imaging correlation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31: 1719-1725. <https://doi.org/10.1111/jce.14608>.
- Massó-van Roessel A, Escobar-Robledo LA, Dégano IR, et al. Analysis of the association between electrocardiographic P-wave characteristics and atrial fibrillation in the REGICOR study. *Rev Esp Cardiol*. 2017;70: 841-847. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2017.02.019>.
- Tiffany Win T, Ambale Venkatesh B, Volpe GJ, et al. Associations of electrocardiographic P-wave characteristics with left atrial function, and diffuse left ventricular fibrosis defined by cardiac magnetic resonance: The PRIMERI Study. *Heart Rhythm*. 2015;12: 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.09.044>.
- Alexander B, Mildren J, Hazim B, et al. New electrocardiographic score for the prediction of atrial fibrillation: the MVP ECG risk score (morphology-voltage-P-wave duration). *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2019;24: e12669. <https://doi.org/10.1111/anec.12669>.
- Maheshwari A, Norby FL, Soliman EZ, et al. Refining prediction of atrial fibrillation risk in the general population with analysis of P-Wave axis (from the Atherosclerosis Risk in Communities Study). *Am J Cardiol*. 2017;120: 1980-1984. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2017.08.015>.
- Rangel MO, O'Neal WT, Soliman EZ. Usefulness of the Electrocardiographic P-Wave Axis as a Predictor of Atrial Fibrillation. *Am J Cardiol*. 2016;117: 100-104. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.10.013>.
- Вайханская ТГ, Коптюх ТМ, Фролов АВ. Предсердная электрическая дисфункция как ранний предиктор фибрилляции предсердий у пациентов с сердечной недостаточностью. Кардиология в Беларуси. 2023; 15 (5): 599-617. [Vaikhanskaya TG, Kaptsiukh TM, Frolov AV. Atrial electrical dysfunction as an early predictor of atrial fibrillation in patients with heart failure. *Cardiology in Belarus*. 2023;15 (5): 599-617. (In Russ.)] <https://doi.org/10.34883/Pl.2023.15.5.001>.
- Rasmussen MU, Fabricius-Bjerre A, Kumarathurai P, et al. Common source of miscalculation and misclassification of P-wave negativity and P-wave terminal force in lead V1. *J Electrocardiol*. 2019;53: 85-88. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2019.01.088>.
- Escobar-Robledo LA, Bayes-de-Luna A, Lupon J, et al. Advanced interatrial block predicts new-onset atrial fibrillation and ischemic stroke in patients with heart failure: The "Bayes' Syndrome-HF" study. *Int J Car-*

- diol.* 2018;271: 174-180. <https://doi.org/10.1016/j.ij-card.2018.05.050>
16. Skov MW, Ghouse J, Kühl JT, et al. Risk prediction of atrial fibrillation based on electrocardiographic interatrial block. *J Am Heart Assoc.* 2018;7: e008247. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.008247>
  17. Relander A, Hellman T, Vasankari T, et al. Advanced interatrial block predicts ineffective cardioversion of atrial fibrillation: a FinCV2 cohort study. *Ann Med.* 2021;53: 722-729. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1930139>.
  18. Nielsen JB, Kühl JT, Pietersen A, et al. P-wave duration and the risk of atrial fibrillation: Results from the Copenhagen ECG Study. *Heart Rhythm.* 2015;12: 1887-1895. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.04.026>.
  19. Hernandez-Betancor I, Izquierdo-Gomez MM, Garcia-Niebla J, et al. Bayes syndrome and imaging techniques. *Curr Cardiol Rev.* 2017;13: 263-273. <https://doi.org/10.2174/1573403X13666170713122600>.
  20. Вайханская ТГ, Фролов АВ. Новый клинический синдром Байеса - дефиниции, эпидемиология и клиническое значение. *Кардиология в Беларуси.* 2022;14(6): 803-813. [Vaikhanskaya TG, Frolov AV. New clinical Bayes syndrome: definitions, epidemiology and clinical significance. *Cardiology in Belarus.* 2022;14(6): 803-813. (In Russ.)] <https://doi.org/10.34883/PI.2022.14.6.009>.
  21. Батунова МА, Платонов ПГ, Медведев ММ. Межпредсердная блокада. Вестник аритмологии. 2019;26(4): 39-46. [Baturova MA, Platonov PG, Medvedev MM. Interatrial block. *Journal of Arrhythmology.* 2019;26(4): 39-46. (In Russ.)] <https://doi.org/10.35336/VA-2019-4-39-46>.
  22. Tse G, Wong CW, Gong M. et al. Predictive value of inter-atrial block for new onset or recurrent atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2018;250: 152-156.
  23. Chen LY, Ribeiro ALP, Platonov PG, et al. P-Wave Parameters and Indices: A Critical Appraisal of Clinical Utility, Challenges, and Future Research - A Consensus Document Endorsed by the International Society of Electrocardiology and the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2022;15: e010435. <https://doi.org/10.1161/circep.121.010435>.
  24. Kreimer F, Mügge A, Gotzmann M. How should I treat patients with subclinical atrial fibrillation and atrial high-rate episodes? Current evidence and clinical importance. *Clin Res Cardiol.* 2022;111(9): 994-1009. <https://doi.org/10.1007/s00392-022-02000-7>.
  25. Pay L, Yumurtaş AÇ, Tezen O, et al. Efficiency of MVP ECG Risk Score for Prediction of Long-Term Atrial Fibrillation in Patients with ICD for Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Korean Circ J.* 2023;53(9): 621-631. <https://doi.org/10.4070/kcj.2022.0353>
  26. Hayiroğlu Mİ, Çınar T, Selçuk M, et al. The significance of the morphology-voltage-P-wave duration (MVP) ECG score for prediction of in-hospital and long-term atrial fibrillation in ischemic stroke. *Journal of Electrocardiology.* 2021;69: 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2021.09.006>.
  27. Silvestrini TL, Burak C, Miranda-Arboleda AF, et al. New pattern of atypical advanced interatrial block. *Journal of Electrocardiology.* 2023;81: 66-69. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2023.08.001>.
  28. Bayés-de-Luna A, Fiol-Sala M, Martínez-Sellés M, Baranchuk A. Current ECG Aspects of Interatrial Block. *Hearts.* 2021;2(3): 419-432. <https://doi.org/10.3390/hearts2030033>.
  29. Gutierrez A, Norby FL, Maheshwari A, et al. Association of abnormal P-wave indices with dementia and cognitive decline over 25 years: ARIC-NCS (The Atherosclerosis Risk in Communities Neurocognitive Study). *J Am Heart Assoc.* 2019;8: e014553. <https://doi.org/10.1161/jaha.119.014553>.
  30. Nielsen JB, Kühl JT, Pietersen A, et al. P-wave duration and the risk of atrial fibrillation: Results from the Copenhagen ECG Study. *Heart Rhythm.* 2015;12: 1887-1895. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.04.026>.
  31. Jadidi A, Müller-Edenborn B, Chen J, Keyl C, et al. The Duration of the Amplified Sinus-P-Wave Identifies Presence of Left Atrial Low Voltage Substrate and Predicts Outcome After Pulmonary Vein Isolation in Patients with Persistent Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol.* 2018;4(4): 531-543. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2017.12.001>.
  32. Baturova MA, Cornefford G, Carlson J, et al. P-wave characteristics as electrocardiographic markers of atrial abnormality in prediction of incident atrial fibrillation - The Malmö Preventive Project. *Journal of Electrocardiology.* 2024;82125-130. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2023.12.003>.