

НЕИНВАЗИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ МИОКАРДА

Пармон Е.В., Куриленко Т.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Западный Федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация

Куриленко Татьяна Анатольевна
ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: tatianakurilenko@gmail.com

Статья поступила в редакцию 27.05.2016
и принята к печати 01.08.2016.

Резюме

Цель: Изучить показатели электрической нестабильности миокарда у пациентов с идиопатическими желудочковыми нарушениями ритма (ЖНР).

Материалы и методы: Обследовано 123 пациента с более 100 желудочковыми эктопическими комплексами (ЖЭК) в час: 1 группа — 98 пациентов с идиопатическими ЖНР, 2 группа (контрольная) — 25 пациентов с перенесенным инфарктом миокарда. В подисследование (3 группа) вошли 65 беременных женщин без структурной патологии миокарда.

Результаты: В 1-й группе преобладали мономорфные ночные ЖНР. Фрагментация QRS (fQRS) синусовых комплексов не зарегистрирована, fQRS ЖЭК — у 25 (25,5%), положительная микровольтная альтернация зубца Т (мвАЗТ) — у 58 (59,2%), патологическое начало турбулентности (ТО) — у 35 (35,7%), патологический наклон турбулентности (TS) — у 25 пациентов (25,5%). Во 2-й группе регистрировались преимущественно полиморфные дневные ЖЭК. FQRS синусовых комплексов наблюдалась у 3 пациентов (12%), fQRS ЖЭК — у 11 (44%), положительная мвАЗТ — у 13 (52%), патологическое ТО — у 6 (24%), TS — у 8 пациентов (32%). В 3-й группе ЖЭК регистрировались у 28 (43%), FQRS, мвАЗТ, патологический TS не выявлен, патологический ТО — у 4 (26,6%) женщин.

Заключение: У пациентов с идиопатическими ЖНР и в подгруппе беременных появление патологических маркеров электрической нестабильности миокарда обусловлено дисбалансом автономной нервной системы, в отличие от группы ИБС, где обнаружены признаки неоднородности миокарда.

Ключевые слова: неинвазивные маркеры, электрическая нестабильность миокарда, желудочковые нарушения ритма, фрагментация QRS-комплекса, микровольтная альтернация зубца Т, турбулентность сердечного ритма.

Для цитирования: Трансляционная медицина. 2016; 3 (4): 6–13.

NONINVASIVE DIAGNOSTICS OF ELECTRICAL MYOCARDIAL INSTABILITY

Parmon E. V., Kurilenko T. A.

Federal Almazov North-West Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Tatiana A. Kurilenko
Federal Almazov North-West Medical Research Centre
Akkuratova str. 2, Saint Petersburg, Russia, 197341
E-mail: tatianakurilenko@gmail.com

Received 27 May 2016; accepted 01 August 2016

Abstract

Objective: To study the electrical myocardial instability markers in patients with idiopathic ventricular arrhythmias (VA).

Design and methods: 123 patients with more than 100 ventricular ectopic complexes (VEC)/hour were divided into 2 groups: the 1st group — 98 patients with idiopathic VA, the 2nd group (control) — 25 patients with coronary artery disease (CAD). 65 pregnant women without structural myocardial pathology were included in the 3rd group (substudy).

Results: In the 1st group VA was monomorphic with night type. Fragmentation QRS (FQRS) in sinus complexes was not registered, fQRS in VEC — in 25 (25.5%). Microvolt T-wave alternans (MTWA) was positive in 58 (59.2%), abnormal turbulence onset (TO) — in 35 (35.7%), abnormal turbulence slope (TS) — in 25 (25.5%). In the 2nd group VA was polymorphic with day type. FQRS in sinus complexes was observed in 3 (12%), fQRS VEC — in 11 patients (44%), positive MTWA test — in 13 patients (52%), abnormal TO — in 6 (24%), TS — in 8 patients (32%). In 3rd group VEC were registered in 28 (43%), FQRS, MTWA and abnormal TS were not registered, abnormal TO — in 4 (26.6%).

Conclusion: Pathological electrical myocardial instability markers in patients with idiopathic VA and in the subgroup of pregnant women are likely to be caused by an imbalance of the autonomic nervous system, while in patients with CAD features of myocardial heterogeneity were observed.

Key words: non-invasive markers, electrical myocardial instability, ventricular arrhythmias, fragmentation of QRS complex, microvolt T wave alternans, heart rate turbulence.

For citation: Translyatsionnaya meditsina = Translational Medicine. 2016; 3 (4): 6–13.

Список сокращений

АНС — автономная нервная система
ВСС — внезапная сердечная смерть
ДКМП — дилатационная кардиомиопатия
ЖНР — желудочковые нарушения ритма
ЖТ — желудочковая тахикардия
ЖЭК — желудочковый экстрасистолический комплекс
ИБС — ишемическая болезнь сердца
ИМ — инфаркт миокарда

ЛЖ — левый желудочек

МвА3Т — микровольтная альтернация зубца Т
ТСР — турбулентность сердечного ритма
ХМ — холтеровское мониторирование
ХСН — хроническая сердечная недостаточность
ЭКГ — электрокардиография
ЭНМ — электрическая нестабильность миокарда
ТО — turbulence onset (начало турбулентности)
TS — turbulence slope (наклон турбулентности)
FQRS — фрагментация QRS-комплекса

Введение. Понятие электрической нестабильности миокарда (ЭНМ) появилось еще в начале 1980-х гг. ЭНМ — это нарушение процессов деполяризации различных отделов миокарда на фоне регуляторной или структурной патологии сердца [1, 2].

В настоящее время насчитывается более двух десятков различных электрокардиографических маркеров ЭНМ. Их можно разделить на три группы: первая группа объединяет показатели изменения деполяризации, такие, как феномен фрагментации QRS (fQRS) комплекса, поздние потенциалы желудочков, вторая группа — изменения реполяризации, к которым относятся микровольтная альтернация зубца Т (мвА3Т), дисперсия и вариабельность интервала QT, третья группа — показатели функции автономной нервной системы (АНС), например, вариабельность и турбулентность сердечного ритма (ТСР) и др. Наибольшее количество современных исследований касаются изучения fQRS, мвА3Т, ТСР.

Результаты многих исследований продемонстрировали прогностическую значимость показателей ЭНМ в отношении риска внезапной сердечной смерти (ВСС) в группах пациентов с различными патологиями [3,4,5]. В рекомендациях Европейского общества кардиологов по профилактике ВСС 2015 года (ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death) отмечена необходимость проведения неинвазивных электрокардиографических тестов для стратификации риска ВСС [6], и по результатам недавно проведенного мета-анализа 45 исследований, включающих 6088 пациентов с дилатационной кардиомиопатией (ДКМП), феномен fQRS и мвА3Т были признаны самыми значимыми предикторами ВСС [7].

Прогностическая ценность феномена fQRS изучена в группах пациентов с синдромом Бругада, аритмогенной кардиомиопатией/дисплазией правого желудочка, синдромом удлиненного QT. Pietrasik G. и соавт. [8] проанализировали объединенные данные исследований по диагностической значимости феномена fQRS и пришли к выводу, что этот показатель может играть скрининговую роль в риск-стратификации ВСС. Выявлено, что у пациентов с постинфарктным кардиосклерозом феномен fQRS присутствует в отведениях ЭКГ, отражающих зону рубца после инфаркта миокарда (ИМ), что даже позволяет некоторым исследователям считать его диагностическим маркером рубцовой ткани наравне с зубцом Q [9].

Предсказательная точность мвА3Т в отношении прогнозирования жизнеугрожающих тахикардий

была продемонстрирована в группе пациентов с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями, в том числе с инфарктом миокарда, ишемической кардиомиопатией и ДКМП [10,11]. Стратификационная значимость мвА3Т в отношении риска ВСС доказана в группе пациентов с каналопатиями и хронической сердечной недостаточностью (ХСН) [12].

Установлено, что ТСР может участвовать в оценке прогноза у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и выступает риск-предиктором желудочковой тахикардии (ЖТ) при перенесенном ИМ [13,14], в то же время его значение у пациентов с некоронарогенными заболеваниями миокарда изучено недостаточно.

К наиболее изученному маркеру ЭНМ относятся желудочковые нарушения ритма (ЖНР), которые зачастую являются единственным клиническим проявлением нарушения электрических процессов в миокарде. Особого внимания заслуживают идиопатические ЖНР, под которыми подразумеваются аритмии на фоне не выявленных структурных заболеваний сердца [15]. В большинстве случаев они считаются «неопасными», хотя следует признать, что клиническая значимость такой аритмии до конца не определена. В этой связи необходим поиск других неинвазивных показателей ЭНМ, а также изучение прогностической значимости их комбинаций.

ЖНР выявляются в ряде физиологических состояний, в том числе, при беременности. Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов по профилактике ВСС 2015 года [6], у беременных женщин со структурными заболеваниями сердца возрастает риск возникновения неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. В то время как исследований, определяющих риск ВСС у беременных женщин без органической патологии сердца, не проводилось. Показатели ЭНМ у данной группы в настоящее время изучены недостаточно. Известно, что нарушения ритма сердца регистрируются у 15,9-50% беременных женщин (преобладают желудочковые и предсердные экстрасистолы) [16], и в большинстве случаев они не связаны со структурной патологией миокарда. Вероятно, в формировании ЖНР в этой группе пациентов важную роль играет АНС.

Необходимо подчеркнуть, что для комплексной оценки ЭНМ следует провести анализ нескольких неинвазивных маркеров. Однако данных о значимости комбинации показателей ЭНМ недостаточно, поэтому именно комплексное изучение маркеров ЭНМ у пациентов с идиопатическими ЖНР является особенно актуальным.

Цель исследования: Изучение электрокардиографических показателей ЭНМ у пациентов без структурной патологии миокарда.

Материалы и методы. В исследование было включено 188 человек. Пациенты разделены на 3 группы (2 группы — основные, одна группа — подисследование).

1 группа — 98 пациентов с идиопатическими ЖНР (59 женщин, средний возраст $46,4 \pm 14,1$ лет), с ЖНР (по данным холтеровского мониторирования (ХМ) — более 100 желудочковых эктопических комплексов (ЖЭК) в час), не ассоциированными с ИБС и другой структурной патологией миокарда (исключенной с помощью эхокардиографии, в некоторых случаях — магнитно-резонансной томографии миокарда, коронароангиографии, эндомиокардиальной биопсии).

2 группа — 25 пациентов (14 женщин, средний возраст $68 \pm 6,5$ лет) с доказанной ИБС (ИМ в анамнезе) и ЖЭК (более 100 ЖЭК в час) являлась группой контроля;

В подисследование вошли 65 беременных женщин (средний возраст — $29,5 \pm 5,5$ лет, третий триместр беременности) без структурной патологии миокарда.

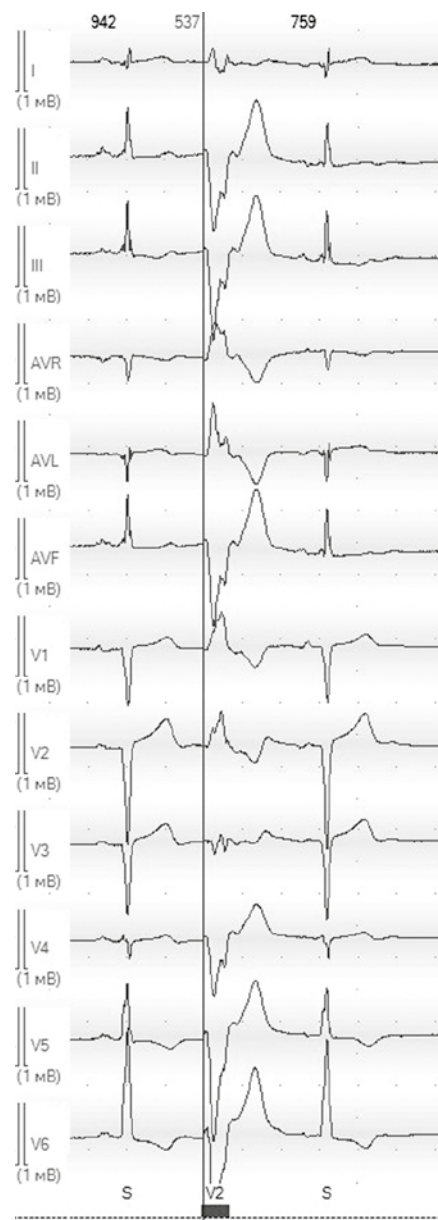
Во все группы были включены пациенты без значимой сопутствующей патологии, влияющей на прогноз, а также без различных нарушений и токсических воздействий, вызывающих изменения процессов де- и реполяризации.

У всех пациентов были проанализированы данные анамнеза, ЭКГ в 12-ти стандартных отведениях, ХМ.

Анализ и обработка ХМ выполнялись с использованием программы «KTResult 2» (ЗАО «Инкарт»). Оценивались количество и характер ЖНР, показатели TCP, мвАЗТ, fQRS. Для TCP нормальными считались значения начала турбулентности (TO) $<0\%$ и наклона турбулентности (TS) $>2,5$ мс/RR (Schmidt G. et al., 1999). МвАЗТ оценивалась методом спектрального анализа (Smith J. et al., 1988). Тест на мвАЗТ считался положительным, если регистрировалась устойчивая мвАЗТ в двух прекардиальных отведениях в течение более 2 минут с амплитудой $1,9$ мкВ при ЧСС <110 ударов в минуту. Анализ fQRS синусовых и желудочковых эктопических комплексов проводился на основании данных ХМ и ЭКГ и в 12-ти стандартных отведениях двойным слепым методом (Das M.K. et al., 2010).

Результаты. В группе пациентов с идиопатическими ЖНР у 59 человек (60,2%) ЖА была монотормфной, достоверно преобладало количество ночных ЖА (387 ± 152 ЖЭК/час днем, 495 ± 203 ЖЭК/час ночью, $p < 0,05$). Отмечалось следующее

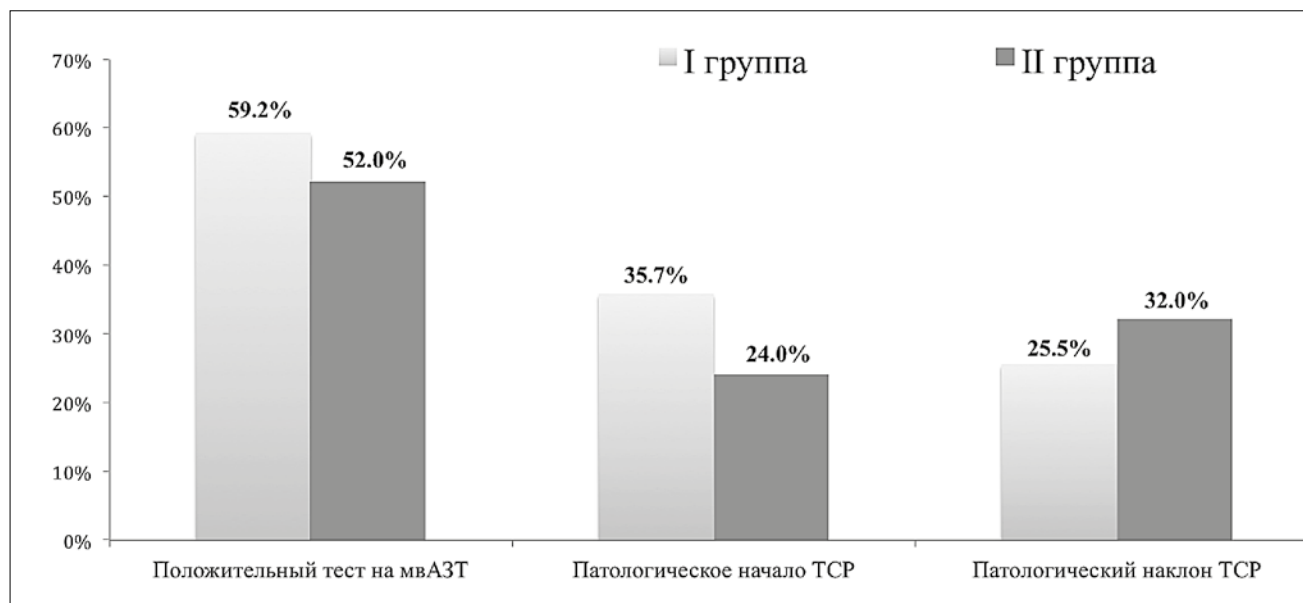
Рис. 1. Феномен фрагментации QRS желудочкового экстрасистолического комплекса в II, III, aVL, V2-V3 отведениях, зарегистрированный во время ХМ у пациента с постинфарктным кардиосклерозом (ИМ перегородочно-верхушечной области ЛЖ).



распределение количества ЖЭК (среднее количество ЖЭК в час всего): до 500 — у 50 (51%) пациентов, от 500 до 1000 — у 18 (18,4%) пациентов, больше 1000 — у 9 (9,2%) пациентов. Неустойчивая ЖТ со средней частотой сокращения желудочков 164 ± 21 ударов в минуту была зарегистрирована у 7 обследуемых (7,1%).

fQRS синусовых комплексов не была зарегистрирована ни у кого из пациентов этой группы. fQRS ЖЭК выявлена у 25 (25,5%) обследованных (преимущественно в отведениях нижней стенки

Диаграмма 1. Сравнение показателей электрической нестабильности миокарда у пациентов с идиопатическими желудочковыми нарушениями ритма (I группа) и пациентов с желудочковыми нарушениями ритма при ИБС (II группа).



левого желудочка (ЛЖ) — II, III, aVF), у пациентов с патологическими значениями ТСР регистрировалась чаще, чем у пациентов с нормальными показателями ТСР (38,0% и 28,0%, $p < 0,05$).

Положительный результат теста на мВАЗТ наблюдался у 58 (59,2%) обследованных.

При анализе показателей ТСР патологические значения ТО отмечались у 35 (35,7%) пациентов, патологический TS — у 25 (25,5%). Патологические значения ТСР чаще регистрировались при анализе парных ЖЭК (30,5%), чем одиночных ЖЭК (25%). У женщин патологические значения ТСР регистрировались чаще — у 34 (57,6%, $p < 0,05$), преобладали патологические значения ТО — у 19 (55,8%). Отклонения от нормы TS в группе женщин встречались реже и не регистрировались во время сна.

Была изучена корреляция между общим количеством ЖЭК и значениями ТСР. С увеличением общего количества ЖЭК увеличивалась частота патологических значений ТСР.

Выявлена слабая обратная корреляция между частотой ЖТ и значениями ТО и TS, коэффициенты корреляции -0,39 и -0,35 ($p < 0,05$).

Не выявлено зависимости между параметрами ТСР и распределением аритмий по времени, а также между ТСР и наличием ЖТ.

В контрольной группе пациентов с ишемическими ЖНР у 21 обследуемого (84%) регистрировались полиморфные дневные ЖЭК (247 ± 125 ЖЭК/час днем, 140 ± 84 ЖЭК/час ночью $p < 0,05$), у 6 (24%) — неустойчивая ЖТ со средней частотой сокращения желудочков 178 ± 16 ударов в минуту.

FQRS синусовых комплексов наблюдалась у 3 пациентов (12%), желудочковых эктопических комплексов — у 11 пациентов (44%). FQRS была найдена преимущественно в отведениях II, III, aVF, однако у 4 пациентов (36,4%) из тех, у кого регистрировалась fQRS, помимо fQRS в отведениях нижней стенки имелись фрагментированные ЖЭК и в грудных отведениях (у 2 — в V1-V2 отведениях, у 2 других — в V1-V4 отведениях, рис. 1).

Положительный тест на мВАЗТ наблюдался у 13 пациентов (52%).

У 6 обследуемых (24%) регистрировались патологические значения ТО, у 8 пациентов (32%) — TS.

Результаты приведены на диаграмме 1.

В группе подисследования (беременные без структурной патологии сердца) ЖЭК регистрировались у 28 обследуемых (43%), среднее количество 1 ЖЭК/час днем. У 19 из них (68%) регистрировалось менее 10 ЖЭК за сутки. Преобладали одиночные мономорфные дневные ЖЭК (у 57% беременных с ЖЭК).

У 51 беременной (78,5%) в течение дня регистрировалась синусовая тахикардия (средняя частота сердечных сокращений — $95,6 \pm 9,1$ ударов в минуту).

Кроме того, в данной группе регистрировались такие нарушения ритма и проводимости, как миграция водителя ритма (у 12 обследуемых, 18,5%), укороченный интервал PQ (у 11 обследуемых, 16,9%), дельта-волна (у 4 обследуемых, 6,2%), синусовая аритмия (у 42 обследуемых, 64,6%).

Фрагментация QRS и мВАЗТ в группе беременных не зарегистрированы.

Возможность оценки TCP была у 15 обследуемых, патологических значений TS не выявлено, патологические значения TO выявлены у 4 (26,6%).

Таким образом, в группе пациентов с идиопатическими ЖНР более выражено было отклонение TO, в группе пациентов с ИБС — отклонение TS и фрагментация QRS. Значения положительного теста на мвА3Т в обеих группах были сопоставимы. В группе подисследования (у беременных женщин) найдены патологические значения TO в небольшом проценте случаев.

Обсуждение. Общепризнана роль ЖНР как важнейшего маркера ЭНМ, хотя степень риска ВСС у больных с ЖНР различного генеза считается неодинаковой, наиболее неблагоприятными считаются ЖНР при остром ИМ, в меньшей степени — при хронических формах ИБС [17], в то время как данные о прогностическом значении некоронарогенных ЖНР, в частности идиопатических ЖНР, противоречивы.

Наиболее распространенным методом обследования пациентов с нарушениями ритма сердца является ХМ, однако чаще всего оцениваются только количественные и качественные признаки ЖНР. Кроме того, применяемая ко всем ЖНР градация по Lown разработана для ишемических ЖНР и не может быть применима для прогностической оценки у пациентов с идиопатическими ЖНР.

Наше исследование было направлено на изучение не только количественной и качественной характеристик ЖНР, но и на исследование показателей изменений процессов де- и реполяризации, а также изучение показателя функции АНС. Возможно, именно эти маркеры, особенно их комбинации, помогут оценить имеющийся электрофизиологический субстрат идиопатических ЖНР и его влияние на прогноз.

В данной работе пациенты с идиопатическими и ишемическими ЖНР были сопоставимы по количественной характеристике ЖНР. Различия заключались в большей комплексности ЖНР, преобладании дневных ЖЭК и большей встречаемости ЖТ в группе пациентов с ИБС.

Анализ ЭКГ-маркеров (fQRS, мвА3Т, TCP) показал, что в обеих группах наблюдаются признаки ЭНМ, однако имеются отличия между группами.

В группе пациентов с ИБС значительно чаще регистрировались fQRS как синусового комплекса, так и ЖЭК (в 12% и 14%, соответственно). Это может свидетельствовать о наличии рубцовой ткани, т.к. в ряде исследований было показано, что феномен FQRS является более чувствительным методом в идентификации рубцовой ткани по сравнению с зубцом Q [18]. Кроме того, феномен fQRS в группе

пациентов с ИБС регистрировался и в большем числе отведений, по сравнению с группой пациентов с идиопатическими ЖНР. Описано, что количество отведений, в которых регистрируется fQRS, может быть независимым предиктором госпитальной летальности у пациентов с ОИМ [19].

В нашем исследовании патологические значения мвА3Т выявлялись у 59,2% пациентов с идиопатическими ЖНР и 52% пациентов с ИБС. Как известно, важную роль в возникновении мвА3Т играет не только ишемия миокарда, но и повышенная активность АНС. В соответствии с экспертным консенсусом по мвА3Т [20], в механизме появления данного маркера у пациентов с некоронарогенными заболеваниями миокарда лежит действие нейромедиаторов, оказывающих адренергические влияния, что изменяет скорость внутриклеточного тока кальция и инициирует нарушения реполяризации и провоцирует появление ЖНР.

При анализе TCP патологические значения TO регистрировались у 35,7% обследованных (в группе пациентов с ИБС — у 25,5%), патологический TS — у 24% (в группе пациентов с ИБС — у 32%). Эти данные можно сопоставить с результатами, полученными в ходе ретроспективного исследования, проведенного Gaetano Pinnacchio et al., в котором определяли показатели TCP у 209 пациентов без заболеваний сердца и 157 пациентов с ИБС [21]. Патологический TO был найден у 12,4% пациентов без сердечно-сосудистых заболеваний и у 26,8% пациентов с ИБС, в то время как патологический TS был найден у 14,8% и 40,8% пациентов в группе пациентов с идиопатическими ЖНР и в группе с ИБС, соответственно. Однако в данной работе ЖНР у пациентов встречались в небольшом количестве (в 10 раз меньше по сравнению с количеством ЖНР у пациентов нашего исследования). Количество патологических значений TCP возрастает с увеличением общего числа ЖЭК, что логично объяснить более выраженной ЭНМ.

Нами было проанализировано сразу несколько показателей ЭНМ, аналогичное исследование проведено в отношении группы пациентов с дилатационной кардиомиопатией неишемического генеза [7], в котором лучшими предсказателями неблагоприятных исходов, кроме фракции выброса ЛЖ, оказались мвА3Т, сигнал-усредненная ЭКГ, продолжительность QRS. Фрагментация QRS комплекса была также достаточно значимым предиктором ВСС. В то время как ни один показатель функции АНС (TCP, вариабельность ритма сердца и др.) не был прогностически значимым. Целью нашего исследования не являлся анализ риск-стратификационной силы показателей ЭНМ в отношении ВСС. Мы стремились отработать комплексное изучение комбинаций

ЭКГ-маркеров, которое является важным этапом обследования пациента с ЖНП.

Найденные нами отклонения ТСР у беременных женщин (патологические значения ТО у 26,6%) ранее не были описаны другими авторами. В кардиомиоцитах и клетках проводящей системы сердца имеются рецепторы к мужским и женским половым гормонам, возможно женские половые гормоны оказывают защитный эффект в отношении ЭНМ. Наличие патологических значений ТО в небольшом проценте случаев, возможно, связано с тем, что во время беременности происходит ряд физиологических процессов, в том числе, активация симпатического отдела АНС, которая также проявляется увеличением частоты сердечных сокращений, что мы и наблюдали в данной группе [16].

Заключение. Суммируя полученные результаты, хочется подчеркнуть, что изучаемые показатели, характеризующие ЭНМ, регистрировались как у пациентов со структурными изменениями миокарда, так и без них. Вероятно, у пациентов с идиопатическими нарушениями ритма появление патологических параметров ТСР и мВАЗТ в большей степени обусловлено дисбалансом АНС. Выявление патологических параметров ТСР у беременных женщин также позволяет предположить наличие взаимосвязи между состоянием АНС и показателями ЭНМ, в частности ТСР. Фрагментация QRS-комплекса достоверно чаще регистрировалась в группе пациентов с ИБС, что объясняется структурной гетерогенностью миокарда в механизме формирования данного нарушения проводимости. Однако, учитывая преобладание fQRS у пациентов с патологическими значениями ТСР в группе идиопатических ЖНП, нельзя исключить и вклад АНС в электрофизиологическую неоднородность миокарда, а также наличие недиагностированного заболевания миокарда, приводящего к формированию фиброзной ткани.

Таким образом, в своей работе мы продемонстрировали углубленный анализ ЭКГ и комплексное изучение маркеров изменения процессов де- и реполяризации, таких как fQRS, мВАЗТ, а также показатель функции АНС (ТСР) у пациентов с ЖНП различного генеза и в группе беременных женщин.

Авторы выражают благодарность заведующей НИЛ электрокардиологии ФГБУ «СЗФМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ Т.В. Трешкур, сотрудникам Е.А. Рыньгач и М.С. Гордеевой.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Smith JM, Clancy EA, Valeri R et al. Electrical alternans and cardiac electrical instability. *Circulation*. 1988;77:110-121.
2. Kushakovskij MS. Heart arrhythmias. Spb.: Gippokrat, 1992. p. 524. In Russian. [Кушаковский М.С. Аритмии сердца. СПб.: Гиппократ, 1992 с. 524].
3. Chow T, Kereiakes DJ, Onufer J et al. Does microvolt T-wave alternans testing predict ventricular tachyarrhythmias in patients with ischemic cardiomyopathy and prophylactic defibrillators? The MASTER (Microvolt T Wave Alternans Testing for Risk Stratification of Post-Myocardial Infarction Patients) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2008; 52:1607-1615.
4. Turbulence dynamics: an independent predictor of late mortality after acute myocardial infarction. *Int J Cardiol*. 2006;107(1):42-47.
5. Das MK, Maskoun W, Shen C et al. Fragmented QRS on twelve-lead electrocardiogram predicts arrhythmic events in patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Heart Rhythm*. 2010;7:74-80.
6. Priori SG, Blomstrom-Lundqvist C, Mazzanti A et al. 2015 ESC guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: the Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2015;17:1601-1687.
7. Goldberger JJ, Subacius H, Patel T, Cunnane R et al. Sudden cardiac death risk stratification in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63:1879-1889.
8. Pietrasik G, Zareba W. QRS fragmentation: diagnostic and prognostic significance. *Cardiol J*. 2012;19(2):114-121.
9. Gong B, Li Z. Total Mortality, Major Adverse Cardiac Events, and Echocardiographic-Derived Cardiac Parameters with Fragmented QRS Complex. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2016;21(4):404-412.
10. Bloomfield DM, Bigger JT, Steinman RC et al. Microvolt T-wave alternans and the risk of death or sustained ventricular arrhythmias in patients with left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:456-463.
11. Verrier RL, Nieminen TT. Usefulness of T-wave alternans in sudden death risk stratification and guiding medical therapy. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2010;15(3):276-88.
12. Salerno-Uriarte JA. et al. Prognostic value of T-wave alternans in patients with heart failure due to nonischemic cardiomyopathy: results of the ALPHA Study. *J Am Coll Cardiol*. 2007 Nov 6;50(19):1896-1904.
13. Shlyakht EV, Berngardt ER, Parmon EV et al. Heart rate turbulence in the assessment of sudden cardiac death risk. *Vestnik arhythmologii=Journal of arrhythmology*. 2005;38:49-55. In Russian. [Шляхто, Е. В., Бернгардт, Э. Р., Пармон, Е. В. и др. Турбулентность сердечного ритма в оценке риска внезапной сердечной смерти. Вестник аритмологии. 2005;38:49-55].
14. Schmidt G, Malik M, Barthel P et al. Heart-rate turbulence after ventricular premature beats as a predictor of mortality after acute myocardial infarction. *Lancet*. 1999; 353:1390-1396.
15. Parmon EV, Treshkur TV, Shlyakht EV. Idiopathic ventricular arrhythmias (problem analysis). *Bulletin*

arrhythmology. 2003;31:60-71. In Russian [Пармон Е.В., Трешкур Т.В., Шляхто Е.В. Идиопатические желудочковые нарушения ритма (анализ проблемы). *Vestnik arhythmologii*=*Journal of arrhythmology*. 2003;31:60-71].

16. Arrhythmias in Women: Diagnosis and Management. Edited by Cha Y-M, Lloyd MA, Birgersdotter-Green UM. New York: Oxford University Press, 2014. p. 270.

17. Wellens HJ, Schwartz PJ, Lindemans FW et al. Risk stratification for sudden cardiac death: current status and challenges for the future. *Eur Heart J*. 2014;35(25):1642-51.

18. Das MK, Khan B, Jacob S et al. Significance of a fragmented QRS complex versus a Q wave in patients with coronary artery disease. *Circulation*. 2006;113(21):2495-501.

19. Tanriverdi Z, Dursun H, Kaya D. The Importance of the Number of Leads with fQRS for Predicting In-Hospital Mortality in Acute STEMI Patients Treated with Primary PCI. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2016;21(4):413-419.

20. Verrier RL, Klingenhoben T, Malik M. Microvolt T-Wave Alternans: Physiological Basis, Methods of Measurement and Clinical Utility—Consensus Guideline by International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(13):1309-1324.

21. Pinnacchio G, Lanza GA, Stazi A et al. Determinants of heart rate turbulence in individuals without apparent heart disease and in patients with stable coronary artery disease. *Europace*. 2015;17(12):1855-61.

Информация об авторах:

Пармон Елена Валерьевна, к. м. н., директор Института медицинского образования, ведущий научный сотрудник НИЛ электрокардиологии, ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Куриленко Татьяна Анатольевна, аспирант НИЛ электрокардиологии, ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Author information:

Elena V. Parmon, PhD, Director of the Institute of Medical Education, Leading Researcher, Laboratory of electrophysiology, Federal Almazov North-West Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Tatiana A. Kurilenko, doctorate student, Laboratory of electrophysiology, Federal Almazov North-West Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia