

## ВОЗМОЖНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ У БОЛЬНЫХ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА: ЧЕМ ДОЛЬШЕ, ТЕМ ЛУЧШЕ?

Олейников В. Э.<sup>1</sup>, Аверьянова Е. В.<sup>1</sup>, Орешкина А. А.<sup>1</sup>,  
Барменкова Ю. А.<sup>1</sup>, Кулюцин А. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

<sup>2</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Пензенская областная клиническая больница имени Н. Н. Бурденко», Пенза, Россия

### Контактная информация:

Олейников Валентин Эливич,  
ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет»,  
ул. Красная, 40, Пенза, Россия, 440026.  
E-mail: v.oleynikof@gmail.com

Статья поступила в редакцию 09.03.2022  
и принята к печати 19.04.2022.

### Резюме

**Актуальность.** В современной кардиологии 24-часовое мониторирование электрокардиограммы (ЭКГ) имеет высокую диагностическую ценность, однако у данного метода есть ряд недостатков при выявлении эпизодов неустойчивых жизнеопасных нарушений ритма. Увеличение продолжительности мониторирования ЭКГ до 72–120 часов позволяет расширить возможности диагностики жизнеугрожающих аритмий и их предикторов. **Цель.** Изучить возможности длительного мониторирования ЭКГ (48–120 часов) в выявлении жизнеугрожающих аритмических событий и параметров электрической нестабильности миокарда у больных, перенесших инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST). **Материалы и методы.** В исследование включен 71 пациент с ИМпST. Всем пациентам с 4-х суток ИМпST выполняли многосуточное мониторирование ЭКГ по 3-м отведениям с использованием комплекса телеметрической регистрации ЭКГ со средней продолжительностью регистрации  $90,4 \pm 30,2$  часов. На основании полученных записей был проведен анализ эпизодов ишемии миокарда, нарушений ритма и проводимости, турбулентности и вариабельности сердечного ритма, поздних потенциалов желудочков и дисперсии интервала QT в течение 5 суток. **Результаты.** Длительное мониторирование ЭКГ по сравнению со стандартным 24-часовым продемонстрировало достоверное преимущество при обнаружении желудочковой экстрасистолии высоких градаций. Анализ эпизодов ишемии миокарда в постинфарктном периоде выявил значимые различия по данным мониторирования ЭКГ в течение 120 часов в сравнении с результатами ЭКГ за 24 часа. При оценке патологической ТСР многосуточное мониторирование ЭКГ позволило в 2 раза чаще выявлять дисфункцию вегетативной регуляции сердечной деятельности у больных. **Заключение.** Комплексная оценка возможностей многосуточного мониторирования ЭКГ является перспективным направлением в прогнозировании тяжелых нарушений ритма у пациентов в постинфарктном периоде.

**Ключевые слова:** жизнеугрожающие нарушения ритма, инфаркт миокарда, многосуточное мониторирование ЭКГ, параметры электрической нестабильности миокарда.

Для цитирования: Олейников В.Э., Аверьянова Е.В., Орешкина А.А., Барменкова Ю.А., Кулюцин А.В. Возможности длительного мониторирования электрокардиограммы у пациентов с инфарктом миокарда: чем дольше, тем лучше? Трансляционная медицина. 2022;9(2):27-36. DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-2-27-36

## CAPABILITIES OF LONG-TERM ECG MONITORING IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION: THE LONGER, THE BETTER?

Valentin E. Oleynikov<sup>1</sup>, Elena V. Averyanova<sup>1</sup>,  
Anastasia A. Oreshkina<sup>1</sup>, Yulia A. Barmenkova<sup>1</sup>, Alexey V. Kulyutsin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Penza State University, Medical Institute, Penza, Russia

<sup>2</sup> Penza Regional Clinical Hospital N. N. Burdenko, Penza, Russia

Corresponding author:

Valentin E. Oleynikov,  
Penza State University,  
Krasnaya str., 40, Penza, Russia, 440026.  
E-mail: v.oleynikof@gmail.com

Received 09 March 2022; accepted 19 April 2022.

### Abstract

**Background.** In modern cardiology, 24-hour electrocardiogram (ECG) monitoring has a high diagnostic value, but this method has a number of disadvantages in detecting episodes of unstable life-threatening arrhythmias. An increase in ECG monitoring duration allows expanding the possibilities of diagnosing life-threatening arrhythmias. **Objective.** To study the possibilities of long-term ECG monitoring (48–120 hours) in the detection of life-threatening arrhythmic events and parameters of myocardial electrical instability in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI). **Design and methods.** The study included 71 STEMI patients. All patients from the 4th day of STEMI underwent multi-day ECG monitoring in 3 leads using a telemetric ECG recording complex with an average recording duration of  $90.4 \pm 30.2$  hours. The analysis of episodes of myocardial ischemia, rhythm and conduction disturbances, turbulence and heart rate variability, late ventricular potentials and dispersion of the QT interval within 5 days was carried out. **Results.** Long-term monitoring allowed detecting high-grade ventricular extrasystoles. Analysis of episodes of myocardial ischemia in the postinfarction period revealed significant differences in the data of 120h-ECG monitoring in comparison with 24h-ECG. Multi-day ECG monitoring made it possible to detect dysfunction of the autonomic regulation of cardiac activity in patients 2 times more often. **Conclusion.** A comprehensive assessment of the possibilities of multi-day ECG monitoring is a promising direction in predicting severe arrhythmias in patients in the postinfarction period.

**Key words:** markers of myocardial electrical instability, multi-day ECG monitoring, myocardial infarction, severe arrhythmias.

*For citation: Oleynikov VE, Averyanova EV, Oreshkina AA, Barmenkova YuA, Kulyutsin AV. Capabilities of long-term ECG monitoring in patients with myocardial infarction: the longer, the better? Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine. 2022;9(2):27-36. (In Russ.) DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-2-27-36*

**Список сокращений:** АВ — атриовентрикулярные блокады, ВСР — вариабельность сердечного ритма, ЖТ — желудочковая тахикардия, ЖЭС — желудочковая экстрасистолия, ИМпСТ — инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> — многосуточное мониторирование ЭКГ продолжительностью от 48 до 120 часов, НЖТ — наджелудочковая тахикардия, НЖЭС — наджелудочковая экстрасистолия, ППЖ — поздние потенциалы желудочков, СА —

синоатриальные блокады, ТСР — турбулентность сердечного ритма, ФЖ — фибрилляция желудочков, ХМ ЭКГ<sub>24</sub> — холтеровское мониторирование электрокардиограммы, fQRS — длительность фильтрованного интервала QRS, HFLA — длительность низкоамплитудных колебаний в конце комплекса QRS, НfP (мс<sup>2</sup>) — высокочастотный компонент ВСР (0,15–0,4 Гц), L/H — показатель баланса симпатической и парасимпатической активности, LfP (мс<sup>2</sup>) — низкочастотный компонент ВСР (0,04–0,15 Гц),

QTa disp — дисперсия длительности интервала QT до пика волны T, QTc disp — дисперсия длительности интервала QT до окончания волны T, RMS — среднеквадратичная амплитуда последних 40 мс комплекса QRS, TotP (мВт) — общая мощность спектра, TO — начало турбулентности (turbulence onset), TS — наклон турбулентности (turbulence slope), ULfP (мГц) — ультранизкочастотный компонент ВСР (0,0033 Гц), VlfP (мГц) — очень низкочастотный компонент ВСР (0,0033–0,04 Гц).

### Введение

Холтеровское мониторирование электрокардиограммы (ХМ ЭКГ<sub>24</sub>) около 40 лет назад стало прорывом в области диагностики нарушений ритма и эпизодов ишемии миокарда. В современной кардиологии ХМ ЭКГ<sub>24</sub> сохраняет свою высокую диагностическую ценность. С совершенствованием аппаратуры, методов обработки ЭКГ-сигнала, удобств передачи данных, возможности длительного мониторирования ЭКГ расширялись. При увеличении продолжительности записи стало возможным исследование вегетативной регуляции сердечной деятельности, электрофизиологических особенностей миокарда у кардиологических больных, которые являются важнейшими параметрами в раскрытии механизмов жизнеугрожающих аритмий, особенно у пациентов высокого риска — перенесших инфаркт миокарда [1].

Увеличение продолжительности холтеровского мониторирования позволяет не только существенно расширить диагностические возможности в выявлении жизнеугрожающих аритмий градации 4А и выше по В. Lown-М. Wolf за более длительный временной промежуток, но и провести оценку предикторов электрической нестабильности миокарда по целому ряду дополнительных параметров. В арсенале современных кардиологов каждые несколько лет появляются новые устройства, которые позволяют существенно расширить возможности длительной диагностики нарушений ритма, особенно при отсутствии характерной клинической картины и жалоб больных. При использовании современных технологий реализуется принцип «запись ЭКГ — эпизод нарушения ритма — оповещение пациента и врача — передача данных на сервер — оценка полученной записи ЭКГ врачом-кардиологом». К таким устройствам относятся: Zio Patch, система Kardia Mobile, Apple Watch (приложение Health app на iPhone), фитнес-браслеты различных производителей, устройства мобильного телемониторирования сердца [2–5]. Эра гаджетов и мобильных приложений позволяет сделать доступными возможно-

сти длительного мониторирования ритма сердца. В литературных источниках к настоящему времени представлены данные об устройствах длительного мониторирования ЭКГ, в основном с целью выявления пароксизмов фибрилляции предсердий и оценки риска тромбоэмболических событий. S. S. Lobodzinski и соавторы (2012, 2013) описывают преимущества длительной регистрации ЭКГ с помощью пластырей — Patch-устройств, которые являются водонепроницаемыми, обеспечивают беспроводную связь с сервером передачи данных и имеют сравнительно небольшие, приемлемые для пациента размеры [6, 7]. Несмотря на то что подобные патчи регистрируют ЭКГ только в одном отведении, была продемонстрирована высокая корреляция данных ( $p < 0,001$ ) с результатами ХМ ЭКГ в нескольких отведениях для выявления пароксизмов фибрилляции предсердий и оценки общей аритмической нагрузки [8]. Эти устройства в ближайшем будущем, вероятно, позволят разработать новые диагностические алгоритмы с целью выявления закономерностей и корреляций аритмических событий с режимами физических упражнений, приемом лекарств, а также наблюдения за пациентами с уже диагностированными нарушениями ритма. Использование современных дистанционных устройств для передачи данных, несомненно, помогает зафиксировать больше нарушений ритма, чем «стандартные» плановые визиты к врачу. Однако все вышеперечисленные устройства предназначены для оценки ритма, и с их помощью невозможно сделать полноценное заключение о состоянии автономной регуляции сердечного ритма и электрофизиологических процессов в миокарде, что особенно важно у больных в постинфарктном периоде.

Цель настоящего исследования состояла в сравнительном изучении диагностических возможностей суточного (24 часа) и многосуточного мониторирования ЭКГ (48 часов и более) в выявлении нарушений ритма, ишемических событий, оценке состояния автономной регуляции сердечного ритма и электрофизиологической гетерогенности миокарда у больных, перенесших инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST).

### Материалы и методы

В исследование включен 71 больной ИМпST в возрасте  $56,3 \pm 8,6$  лет, находившийся на лечении в Пензенской областной клинической больнице им. Н. Н. Бурденко. Протокол исследования и форма информированного согласия были одобрены локальным этическим комитетом Пензенского государственного университета.

Многосуточное мониторирование электрокардиограммы (ММ ЭКГ) по 3 отведениям с использованием комплекса телеметрической регистрации ЭКГ «АСТРОКАРД® ТЕЛЕМЕТРИЯ» GLOBAL MONITORING (АО «Медитек», Россия) выполняли с 4-х суток ИМпСТ. Продолжительность ММ ЭКГ составила от 24 (ЭКГ<sub>24</sub>) до 120 часов (ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>), в среднем  $90,4 \pm 30,2$  часа. На основании полученных записей был проведен анализ эпизодов ишемии миокарда, нарушений ритма и проводимости, турбулентности сердечного ритма (ТСР), поздних потенциалов желудочков (ППЖ), вариабельности сердечного ритма (ВСР) и дисперсии интервала QT за 1, 2, 3, 4 и 5 суток.

Ишемическая динамика сегмента ST фиксировалась при эпизодах смещения сегмента ST  $\geq 10$  мВ от изолинии на расстоянии 80 мс от точки J, продолжительностью не менее 1 мин — эпизоды элевации и депрессии сегмента ST. При оценке нарушений ритма и проводимости учитывали желудочковую экстрасистолию (ЖЭС) градации 3 и выше по В. Lown-М. Wolf, частую наджелудочковую экстрасистолию (НЖЭС), устойчивую и неустойчивую желудочковую тахикардию (ЖТ), наджелудочковую тахикардию (НЖТ), фибрилляцию желудочков (ФЖ), синоатриальные (СА) и атриоventрикулярные (АВ) блокады [9].

ТСР оценивалась при наличии ЖЭС по параметрам: начало турбулентности (ТО — turbulence onset) и наклон турбулентности (TS — turbulence slope). Значения ТО менее 0 % и TS более 2,5 мс/RR принимались за норму [9, 10]. Анализ ППЖ выполнялся в автоматическом режиме с поиском стандартного QRS-комплекса, затем проводилась оценка длительности фильтрованного интервала QRS (fQRS), длительности низкоамплитудных колебаний в конце комплекса (HFLA), среднеквадратичной амплитуды последних 40 мс QRS (RMS). ППЖ регистрировались в случае отклонения хотя бы двух из QRSf > 114 мс, HFLA > 38 мс, RMS < 20 мкВ. [10].

При анализе ВСР оценивались спектральные показатели — TotP, UlfP, VlfP, LfP, HfP, L/H [12]. Автоматический анализ дисперсии интервала QT проводился по показателям: дисперсия длительности интервала QT до окончания волны Т и до ее пика (QTe disp, QTa disp) [10].

Для статистической обработки использовали лицензионный пакет программ Statistica 13.0 компании StatSoftInc. В случае нормального распределения значения представлялись в виде среднего (М) и среднего квадратичного отклонения (s). При асимметричном распределении данные приводились в виде медианы (Me) и интерквартильного

интервала (Q 25 %; Q 75 %). Качественные переменные сравнивали с использованием критерия  $\chi^2$ . Выборки с нормальным распределением сравнивались с учетом критерия Стьюдента для несвязанных групп. При распределении, отличающемся от нормального, группы сравнивали с помощью критерия Манна-Уитни для несвязанных выборок. Значение  $p < 0,05$  принималось в качестве порога статистической значимости [11].

### Результаты

В таблице 1 представлена характеристика исследуемой группы пациентов, включая лекарственную терапию на момент выписки больных из стационара. Все пациенты получали медикаментозную терапию в соответствии со стандартами лечения больных с ИМпСТ [12]. В процессе динамического наблюдения в течение первого месяца после выписки из стационара дозировка лекарственных препаратов (ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, блокаторы рецепторов ангиотензина II,  $\beta$ -адреноблокаторы, диуретики, антиаритмические препараты) корректировалась при склонности пациентов к гипотонии, выраженной брадикардии, при развитии нежелательных явлений или выраженных побочных эффектов.

При анализе жизнеугрожающих аритмий градации 4А и выше по В. Lown-М. Wolf достоверные различия с ЭКГ<sub>24</sub> были получены на 4-е и 5-е сутки мониторирования — 26 (36,6 %) ( $p^{1-4} = 0,014$ ) и 27 (38 %) ( $p^{1-5} = 0,009$ ) эпизодов на обозначенных сроках (рис. 1а). По окончании мониторирования частота обнаружения опасных нарушений ритма увеличилась в 2,25 раза.

Анализ ишемического профиля больных ИМпСТ выявил значимые различия частоты регистрации ишемических эпизодов по данным ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> по сравнению с результатами ЭКГ<sub>24</sub> — 26 (36,6 %) vs 10 (14,1 %) больных ( $p^{1-5} = 0,004$ ) (рис. 1б). Из общего числа ишемических девиаций сегмента ST, зарегистрированных в процессе мониторирования, эпизоды элевации сегмента ST (38,5 %) косовосходящего типа чаще регистрировались в утренние часы, в основном сразу после пробуждения, и не сопровождались жалобами. Эпизоды депрессии сегмента ST (61,5 %) фиксировались преимущественно в дневное и вечернее время, на фоне синусовой тахикардии, при этом 5 пациентов отмечали жалобы на дискомфорт и чувство сдавления в области сердца. Таким образом, наибольшей диагностической ценностью при регистрации эпизодов ишемии миокарда обладает ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> с длительностью записи не менее 120 часов, при котором частота обнаружения ишемиче-

Таблица 1. Характеристика исследуемой группы

Показатель, n (%)	Группа «ИМ» (n = 71)
Возраст, лет	56,0 (49,5; 63,5)
Мужчины/женщины, n (%)	62 (87,3 %)/9 (12,7 %)
ИБС в анамнезе, n (%)	15 (21,1%)
АГ, n (%)	57 (80,3 %)
Сахарный диабет, n (%)	5 (7 %)
Отягощенная наследственность, n (%)	16 (22,5 %)
Курение, n (%)	31 (43,7 %)
ИМ передней/задней стенки левого желудочка, n (%)	47 (66,2 %)/24 (33,8 %)
ЧКВ, n (%)	56 (78,9 %)
Время «боль-ЧКВ», мин	353,2 (165; 470)
Статины, n (%)	71 (100 %)
Двойная антитромбоцитарная терапия (клопидогрел+АСК/ тикагрелор+АСК), n (%)	71 (100 %)
иАПФ/БРА, n (%)	71 (100 %)
$\beta$ -адреноблокаторы, n (%)	64 (30,1 %)
Блокаторы кальциевых каналов, n (%)	5 (7 %)
Диуретики, n (%)	8 (11,3 %)
Антиаритмические препараты III класса, n (%)	3 (4,2 %)

Примечания: n (%) — количество (%) больных от общего числа обследуемых лиц; АГ — артериальная гипертензия; АСК — ацетилсалициловая кислота; БРА — блокаторы рецепторов ангиотензина II; иАПФ — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента; ИБС — ишемическая болезнь сердца; ИМ — инфаркт миокарда; ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство

ских изменений увеличивается в 2,6 раза в сравнении с ЭКГ<sub>24</sub>. Необходимо учитывать жалобы больных, на основании которых следует расширять временной интервал мониторинга, а также проводить повторное ММ ЭКГ после назначения или для коррекции антиангинальной терапии.

Значимых отличий по частоте регистрации СА- и АВ-блокад не отмечено при сравнении записей ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> с ЭКГ<sub>24</sub> ( $p^{1-2} = 0,716$ ,  $p^{1-3} = 0,704$ ,  $p^{1-4} = 0,669$  и  $p^{1-5} = 0,223$  за весь период мониторинга соответственно).

По результатам сопоставления значений ТО и ТS с ЭКГ<sub>24</sub> достоверных различий на разных временных интервалах ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> не выявлено. Несмотря на отсутствие различий абсолютных значений параметров ТО и ТS, была установлена более частая регистрация нарушенной ТСР на сроках ММ ЭКГ<sub>96</sub> и ММ ЭКГ<sub>120</sub> — 30,9 % ( $p^{1-4}$

= 0,047) и 32,4 % ( $p^{1-5} = 0,031$ ) в сравнении с ЭКГ<sub>24</sub> (15,5 %) (рис. 2).

В качестве маркеров, характеризующих электрическую нестабильность миокарда, проводилась оценка параметров ППЖ: fQRS, HFLA, RMS. Значимых различий не получено ни по одному из указанных параметров. Значимых отличий не выявлено также по частоте обнаружения ППЖ на различных сроках мониторинга: у 4 (5,6 %) пациентов при ЭКГ<sub>24</sub> и у 6 (8,5 %) ( $p^{1-2,3,4,5} = 0,494$ ) при ММ ЭКГ<sub>24-120</sub>.

В таблице 2 представлены значения спектральных параметров ВСР у больных ИМпST, полученные при разной продолжительности мониторинга ЭКГ. Существенные различия между показателями TotP, ULfP, VLfP, LfP, HfP и HfP не выявлены.

Исходно и за весь период наблюдения продолжительность интервала QT до пика волны Т и до ее

Table 1. Characteristics of the study group

Parameter, n (%)	Group «IM» (n = 71)
Age	56,0 (49,5; 63,5)
men/women, n (%)	62 (87,3 %)/9 (12,7 %)
CHD, n (%)	15 (21,1%)
AH, n (%)	57 (80,3 %)
Diabetes mellitus, n (%)	5 (7 %)
Burdened heredity, n (%)	16 (22,5 %)
Smoking, n (%)	31 (43,7 %)
MI of the anterior/posterior wall of the left ventricle, n (%)	47 (66,2 %)/24 (33,8 %)
PCI, n (%)	56 (78,9 %)
Pain-PCI time, min	353,2 (165; 470)
Statins, n (%)	71 (100 %)
Dual antiplatelet therapy (clopidogrel+ASA/ticagrelor+ASA), n (%)	71 (100 %)
ACE inhibitor/ARB, n (%)	71 (100 %)
$\beta$ -adrenergic blockers, n (%)	64 (30,1 %)
Calcium channel blockers, n (%)	5 (7 %)
Diuretics, n (%)	8 (11,3 %)
Class III antiarrhythmic drugs, n (%)	3 (4,2 %)

Comments: n (%) — the number (%) of patients from the total number of examined persons; AH — arterial hypertension; ASA — acetylsalicylic acid; ARBs — angiotensin II receptor blockers; ACE inhibitors — angiotensin-converting enzyme inhibitors; IHD — ischemic heart disease; MI — myocardial infarction; PCI — percutaneous coronary intervention

окончания, а также дисперсия (QTa disp, QTe disp) не претерпели значимых отличий, что, вероятно, связано с более продолжительным временем восстановления электрофизиологических процессов в периинфарктной зоне.

### Обсуждение

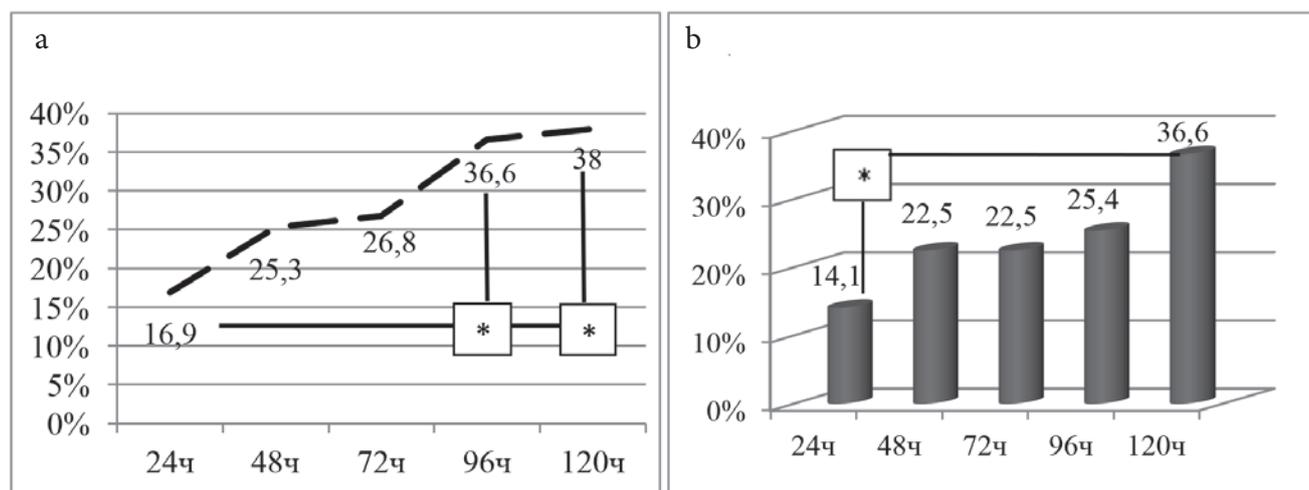
В настоящее время проблема диагностики предикторов внезапной коронарной смерти остается весьма актуальной [1], в связи с этим целесообразность увеличения продолжительности мониторинга ЭКГ с целью улучшения прогнозирования жизнеугрожающих аритмических событий является очевидной, что уже продемонстрировано в ряде исследований [3, 6–8].

Так, клиническая ценность многосуточной записи ЭКГ при сравнении ее с ЭКГ<sub>24</sub> была представлена группой исследователей под руководством М. R. Караоғуз и соавторов (2019) на примере больных, у которых в 29,6 % случаев первый эпи-

зод нарушения ритма был зарегистрирован только после 48 часов непрерывной записи. У 9,6 % пациентов были зафиксированы пароксизмы фибрилляции предсердий, при этом у 4,1 % больных они были выявлены лишь через 24 часа регистрации ЭКГ [13].

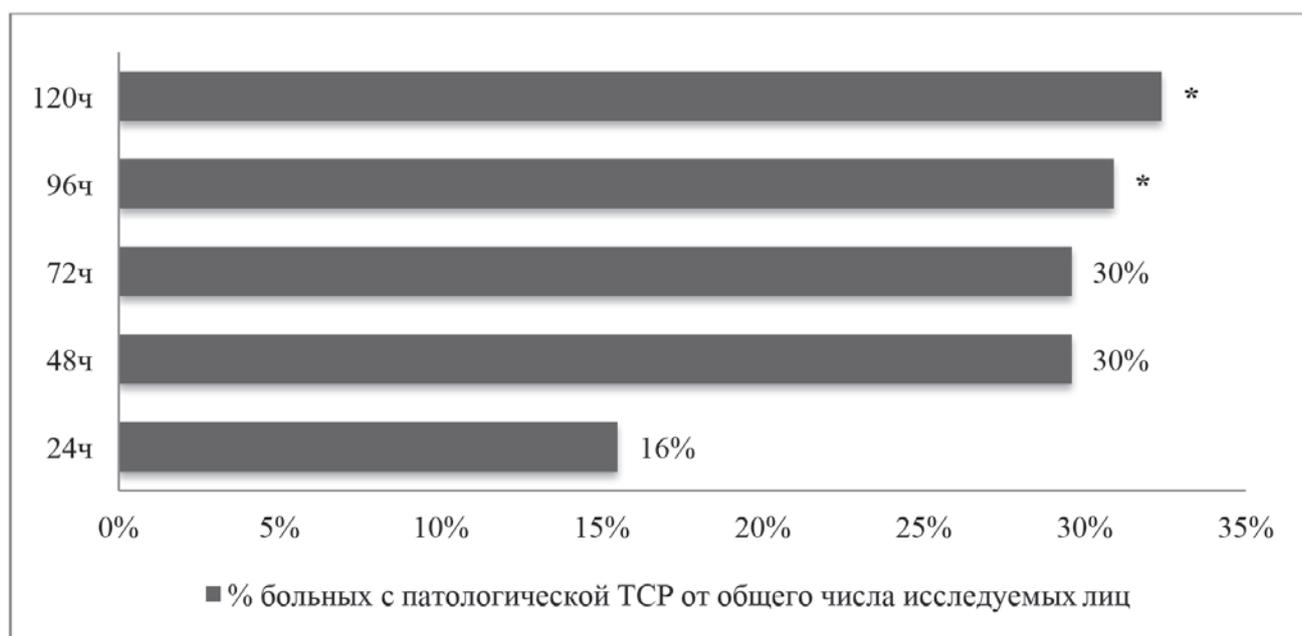
В работе J. P. J. Halcox и коллег (2017) представлены результаты рандомизированного контролируемого исследования у амбулаторных пациентов с фибрилляцией предсердий. Для регистрации ЭКГ использовали монитор AliveCor Kardia, подключенный к iPod с поддержкой Wi-Fi. В течение 12 месяцев наблюдения у больных в группе использования AliveCor Kardia чаще, чем в группе стандартной ЭКГ<sub>24</sub> — 3,8 % vs 0,9 % (ОР 3,9; 95 % ДИ 1,4–10,4; p = 0,007), — регистрировались эпизоды фибрилляции предсердий [14].

Сравнение ЭКГ<sub>24</sub> с 14-дневной записью ЭКГ с помощью монитора с адгезивным пластырем выявило очевидное преимущество последнего —



**Рис. 1. Жизнеопасные нарушения ритма и ишемические события при различных сроках мониторингования ЭКГ (ЭКГ<sub>24</sub>, ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>):**  
 а) Регистрация жизнеугрожающих аритмий градации 4А и более; б) Регистрация эпизодов ишемии миокарда. По оси ординат — % от общего числа больных, включенных в исследование; \* —  $p < 0,05$ , статистические различия между ЭКГ<sub>24</sub> и ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>

**Figure 1. Life-threatening arrhythmias and ischemic events at various times of ECG monitoring (ECG<sub>24</sub>, MM ECG<sub>48-120</sub>):** а) Registration of life-threatening arrhythmias of gradation 4A and more; б) Registration of episodes of myocardial ischemia. Y-axis — % of the total number of patients included in the study; \* —  $p < 0.05$ , statistical differences between ECG<sub>24</sub> and MM ECG<sub>48-120</sub>



**Рис. 2. Регистрация патологической ТСР (%) на различных временных интервалах ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>.**  
 \* —  $p < 0,05$ ; статистические различия между ЭКГ<sub>24</sub> и ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>

**Figure 2. Registration of pathological heart rate turbulence (%) at different time intervals of MM ECG<sub>48-120</sub>.** \* —  $p < 0.05$ ; statistical differences between ECG<sub>24</sub> and MM ECG<sub>48-120</sub>

**Таблица 2. Сравнительная характеристика спектральных параметров ВСП на различных временных интервалах ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>**

Параметр ВСП	TotP, мс <sup>2</sup>	ULfP, мс <sup>2</sup>	VLfP, мс <sup>2</sup>	LfP, мс <sup>2</sup>	HfP, мс <sup>2</sup>	L/H
24ч	13308	10586	1484	798	333	6,7
48ч	13344	10725	1515	789	302	6,7
72ч	13079	10612	1477	776	302	11,1
96ч	13245	10771	1480	777	308	9,9
120ч	13224	10748	1483	776	307	9,3
<b>p</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,73</b>

**Table 2. Comparative characteristics of HRV spectral parameters at different time intervals of MM ECG<sub>48-120</sub>**

Parametr HRV	TotP, ms <sup>2</sup>	ULfP, ms <sup>2</sup>	VLfP, ms <sup>2</sup>	LfP, ms <sup>2</sup>	HfP, ms <sup>2</sup>	L/H
24h	13308	10586	1484	798	333	6,7
48h	13344	10725	1515	789	302	6,7
72h	13079	10612	1477	776	302	11,1
96h	13245	10771	1480	777	308	9,9
120h	13224	10748	1483	776	307	9,3
<b>p</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,73</b>

96 случаев аритмий по сравнению с 61 случаем, выявленным с помощью ЭКГ<sub>24</sub> ( $p < 0,001$ ) [15].

Согласно данным Горожанцева Ю. Н. (2016), вероятность обнаружения аритмий в течение 24-х часов составила лишь 51,2 % от общего числа выявленных нарушений, а количество случаев, когда аритмический эпизод обнаруживался исключительно в одни сутки из общего времени наблюдения ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>, составило 39,4 %, что указывает на недостаточную информативность суточного контроля ЭКГ [16]. Существенно повышается роль длительного контроля ЭКГ для регистрации прогностически значимых аритмических событий, поскольку в 73,5 % случаев обнаруживались хотя бы одни сутки, когда регистрируемая ранее аритмия отсутствовала [17]. Нами также было продемонстрировано выявление жизнеугрожающих нарушений ритма с помощью современных методик ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> на сравнительно небольшой группе пациентов после ИМПСТ [18].

В работе Тихоненко В. М. и соавторов (2013) польза применения ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> была продемонстрирована на 84 лицах с эпизодами редко возни-

кающих аритмий и синкопальных состояний в анамнезе. У 69 больных была подтверждена четкая связь между сердцебиением и нарушениями ритма по данным ЭКГ. Из 15 больных с эпизодами синкопе нарушения ритма и/или проводимости были подтверждены у 5 [19]. В нашей работе мы не установили значимых преимуществ ММ ЭКГ в выявлении СА- и АВ-блокад, клинически значимых пауз ритма. Вероятно, это связано с выбором когорты участников исследования — больные ИМПСТ в остром периоде.

В настоящем исследовании ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> продемонстрировало явное преимущество в детекции жизнеопасных аритмий перед ЭКГ<sub>24</sub>, в частности желудочковой экстрасистолии высоких градаций по В. Lown-М. Wolf. Частота регистрации аритмии при 24-часовом стандартном ХМ ЭКГ составила 16,9 % и была значительно реже, чем при 96-часовом — 36,6 % ( $p = 0,014$ ) и при 120-часовом контроле сердечного ритма — 38 % ( $p = 0,009$ ). Эти данные доказывают значительное диагностическое преимущество ММ ЭКГ по обнаружению достоверно большего количества

жизнеугрожающих нарушений ритма при их бессимптомном течении.

Разумеется, возможности современного подхода к оценке продолжительных записей ЭКГ позволяют не только выявлять аритмические события, но и прогнозировать их в дальнейшем посредством анализа маркеров электрической нестабильности миокарда. Однако в литературных источниках мы не нашли исследований, посвященных мониторингу ЭКГ в этом аспекте.

В устройствах длительной регистрации ЭКГ предусмотрен автоматический анализ методик ТСР, ВСР, ППЖ, который должен проводиться больным с высоким или крайне высоким риском внезапной коронарной смерти, особенно после ИМ. В настоящем исследовании проведено сравнение диагностических возможностей ЭКГ<sub>24</sub> и ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> у больных ИМпСТ с целью выявления преимуществ ММ ЭКГ<sub>48-120</sub> для некоторых методик дополнительного анализа.

Полученные данные указывают на преимущества ММ ЭКГ для обнаружения патологической ТСР у больных ИМпСТ. Так, ММ ЭКГ в течение 96 и 120 часов позволяет в 2 раза чаще выявлять дисфункцию автономной регуляции сердечной деятельности, чем при 24-часовой ЭКГ: 15,5 % ЭКГ<sub>24</sub> vs 30,9 % ЭКГ<sub>96</sub> ( $p = 0,047$ ) и 32,4 % ЭКГ<sub>120</sub> ( $p = 0,031$ ). Значимого преимущества перед ЭКГ<sub>24</sub> в регистрации ППЖ, ВСР и дисперсии интервала QT ММ ЭКГ не выявлялось. Вероятно, это обусловлено некоторыми ограничениями настоящего исследования — острый период ИМ и вариабельность показателей методик дополнительного анализа.

При выполнении работы был определен временной интервал — 96 часов, который можно считать достаточным для получения наиболее точной диагностической информации о процессах электрической активности миокарда. Важно, что пациенты не отмечали дискомфорта при использовании аппарата ММ ЭКГ<sub>48-120</sub>, не было случаев воспалительной или аллергической реакции на месте крепления электродов.

Дальнейшее изучение возможностей ММ ЭКГ в оценке аритмий, дополнительных параметров электрической нестабильности и вегетативной дисфункции, расширение исследуемой когорты, динамическое наблюдение за пациентами, перенесшими ИМпСТ, позволит в будущем определить клиническую нишу для этого перспективного метода.

## Выводы

Многосуточное мониторирование электрокардиограммы с оценкой дополнительных методик значительно чаще позволяет выявлять жизнеопас-

ные аритмии, ишемические события и нарушения автономной регуляции сердечного ритма у больных ИМпСТ.

## Конфликт интересов / Conflict of interest

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

## Благодарности / Acknowledgments

Работа выполнена при финансовой помощи гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук. Название проекта: «Роль электрофизиологического и морфологического состояния миокарда в развитии сердечной недостаточности и аритмических событий в постинфарктном периоде» (МК-1954.2022.3). / The work was carried out with the financial assistance of a grant from the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists — candidates of sciences. Project title: “The role of the electrophysiological and morphological state of the myocardium in the development of heart failure and arrhythmic events in the post-infarction period” (МК-1954.2022.3).

## Список литературы / References

1. Averyanov AV, Adrianov AV, Ardashov AV, et al. Sudden cardiac death. ed. by Shlyakhto EV, et al. Moscow: Medpraktika-M, 2015, p. 704. In Russian [Аверьянов А.В., Адрианов А.В., Ардашев А.В. и др. Внезапная сердечная смерть. / Под ред. Шляхто Е. В. и др. М.: Медпрактика-М, 2015. — С. 704].
2. Koltowski L, Balsam P, Glowczynska R, et al. Kardia Mobile applicability in clinical practice: A comparison of Kardia Mobile and standard 12-lead electrocardiogram records in 100 consecutive patients of a tertiary cardiovascular care center. *Cardiol J.* 2021; 28(4):543–548. DOI: 10.5603/CJ.a2019.0001.
3. Varma N, Cygankiewicz I, Turakhia M, et al. 2021 ISHNE/ HRS/ EHRA/ APHRS collaborative statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals: From the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology/Heart Rhythm Society/European Heart Rhythm Association/Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2021; 26(2):e12795. DOI: 10.1111/anec.12795.
4. Chan PH, Wong CK, Pun L, et al. Head-to-Head Comparison of the AliveCor Heart Monitor and Microlife WatchBP Office AFIB for Atrial Fibrillation Screening in a Primary Care Setting. *Circulation.* 2017; 135(1):110–112. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024439.
5. Using Apple Watch for Arrhythmia Detection. [https://www.apple.com/uk/healthcare/docs/site/Apple\\_Watch\\_Arrhythmia\\_Detection.pdf](https://www.apple.com/uk/healthcare/docs/site/Apple_Watch_Arrhythmia_Detection.pdf). (December 2020)
6. Lobodzinski SS, Laks MM. New devices for very long-term ECG monitoring. *Cardiol J.* 2012; 19(2):210–214. DOI: 10.5603/cj.2012.0039.

7. Lobodzinski SS. ECG patch monitors for assessment of cardiac rhythm abnormalities. *Prog Cardiovasc Dis.* 2013; 56(2):224C229. DOI: 10.1016/j.pcad.2013.08.006.

8. Rosenberg MA, Samuel M, Thosani A, et al. Use of a noninvasive continuous monitoring device in the management of atrial fibrillation: a pilot study. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2013; 36(3):328–333. DOI: 10.1111/pace.12053.

9. Makarov LM. *Holter Monitoring*, 4th ed. Moscow, Medpraktika-M., 2017. p. 504. In Russian [Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. — 4-е изд. — М.: Медпрактика-М., 2017. — С. 504].

10. Makarov LM, Komolyatova VN, Kupriyanova OA, et al. National Russian guidelines on application of the methods of Holter monitoring in clinical practice. *Russian Journal of Cardiology.* 2014;(2):6–71. In Russian [Макаров Л.М., Комолятова В.Н., Куприянова О.О. и др. Национальные Российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике. *Российский кардиологический журнал.* 2014; (2):6–71]. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-2-6-71.

11. Lang TA. *How to Describe Statistics in Medicine. Guide for Authors, Editors and Reviewers*, 2nd ed.; edited by Leonova VP; Moscow, Prakticheskaya Meditsina; 2016, p. 480. In Russian [Ланг Т.А. Как описывать статистику в медицине. Руководство для авторов, редакторов и рецензентов. — М.: Практическая Медицина, 2011. — С. 480].

12. Russian Society of Cardiology. 2020 Clinical practice guidelines for Acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25(11):4103. In Russian [Российское кардиологическое общество (РКО). Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25(11):4103.] DOI: 10.15829/29/1560-4071-2020-4103.

13. Karaoguz MR, Yurtseven E, Aslan G, et al. The quality of ECG data acquisition, and diagnostic performance of a novel adhesive patch for ambulatory cardiac rhythm monitoring in arrhythmia detection. *J Electrocardiol.* 2019; 54:28–35. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2019.02.012.

14. Halcox JPJ, Wareham K, Cardew A, et al. Assessment of Remote Heart Rhythm Sampling Using the AliveCor Heart Monitor to Screen for Atrial Fibrillation: The REHEARSE-AF Study. *Circulation.* 2017; 136(19):1784–1794. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030583.

15. Barrett PM, Komatireddy R, Haaser S, et al. Comparison of 24-hour Holter monitoring with 14-day novel adhesive patch electrocardiographic monitoring. *Am J Med.* 2014; 127(1):95.e11-7. DOI: 10.1016/j.amjmed.2013.10.003.

16. Gorozhantsev YuN. Diagnostic advantages of a long-term Holter ECG monitoring compared to a standard 24-hour monitoring. *Bulletin of Russian State Medical University.* 2016; 1:32–37. In Russian [Горожанцев Ю.Н. Диагностические преимущества многосуточного холтеровского мониторирования электрокардиограммы перед стандартным 24-часовым исследованием. *Вестник РГМУ.* 2016; 1: 32–37].

17. Gorozhantsev YuN. Experience in the use of continuous Holter ECG monitoring lasting up to 7 days. *Functional diagnostics.* 2010; (4):18–24. In Russian [Горожанцев Ю.Н. Опыт применения непрерывного хол-

теровского мониторирования ЭКГ длительностью до 7 суток. *Функциональная диагностика.* 2010; (4): 18–24].

18. Barmenkova YuA, Dushina EV, Oreshkina AA, et al. Advantages of diagnostic ECG monitoring in the diagnosis of life-threatening arrhythmias and parameters of electrical instability of the myocardium in patients in the post-infarction period. *Proceedings of higher educational institutions. Volga region. Medical sciences.* 2019; 4(52):30–39. In Russian [Барменкова Ю.А., Душина Е.В., Орешкина А.А. и др. Преимущества многосуточного мониторирования ЭКГ в диагностике жизнеугрожающих аритмий и параметров электрической нестабильности миокарда у больных в постинфарктном периоде. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* 2019; 4(52):30–39]. DOI: 10.21685/2072-3032-2019-4-3.

19. Tikhonenko VM, Popov SV, Tsurinova EA, et al. Long-term ECG monitoring with telemetry: a novel technique of diagnosis of rare symptomatic arrhythmias and syncope. *Journal of Arrhythmology.* 2013; (73):58–63. In Russian [Тихоненко В.М., Попов С.В., Цуринова Е.А. и др. Многосуточное мониторирование ЭКГ с телеметрией — новый метод диагностики редко возникающих симптомных аритмий и синкопальных состояний. *Вестник аритмологии.* 2013;(73):58–63].

#### Информация об авторах:

Олейников Валентин Элиевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой «Терапия», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия;

Аверьянова Елена Владимировна, к.м.н., доцент кафедры «Терапия», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия;

Орешкина Анастасия Александровна, аспирант кафедры «Терапия» (без ученой степени), ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия;

Барменкова Юлия Андреевна, к.м.н., ассистент кафедры «Терапия», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия;

Кулюцин Алексей Валерьевич, к.м.н., зав. отделением кардиологии № 5 с палатой реанимации и интенсивной терапии Пензенской областной клинической больницы им. Н. Н. Бурденко, доцент кафедры «Терапия», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия.

#### Author information:

Valentin E. Oleynikov, DM, Prof., Head of the Department of Therapy, Medical Institute, Penza State University, Penza, Russia;

Elena V. Averyanova, Ph.D. of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Therapy, Medical Institute, Penza State University, Penza, Russia;

Anastasia A. Oreshkina, Postgraduate student at the Department of Therapy, Medical Institute, Penza State University, Penza, Russia;

Yulia A. Barmenkova, Ph.D. of Medical Sciences, Medical Institute, Penza State University, Penza, Russia;

Aleksey V. Kulyutsin, Ph.D. of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Therapy, Medical Institute, Penza State University, Penza, Russia, Head Department of Cardiology No. 5 with a resuscitation and intensive care, Penza Regional Clinical Hospital. N.N. Burdenko, Penza, Russia.