



Телемедицинские технологии в кардиологии. Часть 1. Персональный телемониторинг электрокардиограммы в амбулаторной практике: выбор оптимального подхода

И.Л. Козловская, В.В. Лопухова, О.С. Булкина, Ю.А. Карпов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Россия, г. Москва

РЕЗЮМЕ

Цель обзора: рассмотрение возможностей современных устройств для персонального мониторинга электрокардиограммы (ЭКГ) и показаний к их применению при наблюдении за пациентами кардиологического профиля, в том числе с ишемической болезнью сердца (ИБС).
Основные положения. Персональный телемониторинг ЭКГ может осуществляться в непрерывном либо прерывистом режиме в рамках диагностического поиска, контроля эффективности лечения, профилактики осложнений. Применение метода в амбулаторных условиях рекомендовано пациентам наиболее высокого риска сердечно-сосудистых осложнений: с нарушениями ритма сердца, ИБС и хронической сердечной недостаточностью.

Заключение. Наличие большого арсенала устройств для персонального телемониторинга ЭКГ, а также данных об эффективности метода в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний и профилактики осложнений определяет актуальность разработки программ наблюдения за пациентами в зависимости от существующей патологии.

Ключевые слова: телемониторинг, электрокардиограмма, ишемическая болезнь сердца, нарушения ритма сердца.

Вклад авторов: Козловская И.Л. — отбор, обработка, анализ и интерпретация литературных данных, написание текста рукописи; Лопухова В.В. — отбор и анализ публикаций по теме статьи; Булкина О.С. — анализ и интерпретация литературных данных, написание текста рукописи; Карпов Ю.А. — проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Для цитирования: Козловская И.Л., Лопухова В.В., Булкина О.С., Карпов Ю.А. Телемедицинские технологии в кардиологии. Часть 1. Персональный телемониторинг электрокардиограммы в амбулаторной практике: выбор оптимального подхода. Доктор.Ру. 2020; 19(5): 35–41. DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-5-35-41

Telemedicine in Cardiology. Part 1. Personal Electrocardiogram Telemonitoring in Outpatient Practice: An Optimal Approach

I.L. Kozlovskaya, V.V. Lopukhova, O.S. Bulkina, Yu.A. Karpov

National Medical Research Centre of Cardiology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 15a Cherepkovskaya Str., Moscow, Russian Federation 121552

ABSTRACT

Objective of the Review: to discuss the possibilities of the modern personal electrocardiographs and indications for their use in monitoring of cardiology patients, including ischemia patients (IHD).

Key Points. Personal ECG monitoring can be continuous or intermittent for the purposes of diagnosing, therapy efficiency monitoring, and complications prevention. This method in outpatient settings is recommended for patients with the highest risk of cardiovascular complications: for those with impaired heart rhythm, IHD and chronic heart failure.

Conclusion. Availability of a large number of devices for personal ECG telemonitoring and data on efficiency of this method in cardiovascular diagnosis and prevention of complications warrants development of patient monitoring programs depending on their pathologies.

Keywords: telemonitoring, ECG, ischemic heart disease, heart rhythm disturbance.

Contributions: Kozlovskaya, I.L. — literature data selection, review, analysis and interpretation, manuscript preparation; Lopukhova, V.V. — thematic publications selection and analysis; Bulkina, O.S. — literature data analysis and interpretation, manuscript preparation; Karpov, Yu.A. — review of critically important material, approval of the manuscript for publication.

Conflict of interest: The authors declare that they do not have any conflict of interests.

For citation: Kozlovskaya I.L., Lopukhova V.V., Bulkina O.S., Karpov Yu.A. Telemedicine in Cardiology. Part 1. Personal Electrocardiogram Telemonitoring in Outpatient Practice: An Optimal Approach. Doctor.Ru. 2020; 19(5): 35–41. (in Russian) DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-5-35-41

Козловская Ирина Леонидовна — к. м. н., научный сотрудник отдела новых методов исследования ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. 121552, Россия, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. eLIBRARY.RU SPIN: 2913-4765. E-mail: ilkozlovskaya@yandex.ru
Лопухова Вероника Викторовна — к. м. н., старший научный сотрудник отдела ангиологии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. 121552, Россия, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. eLIBRARY.RU SPIN: 4703-1879. E-mail: trialvvl@mail.ru
(Окончание на с. 36.)



В современных условиях, в особенности в России — стране с большой территорией, все более актуальным становится обеспечение консультаций на удалении. Этому способствуют развитие технологий видеосвязи, возможность пересылать печатную информацию, записывать ее на цифровых носителях. Медицинские работники могут обмениваться полученными данными с целью консультаций и маршрутизации пациентов. Не меньшее значение в лечении больных имеет возможность их самоконтроля и передачи информации лечащему врачу. Это позволяет не только решать диагностические задачи и проводить коррекцию лечения, но и приучает больных к регулярному контролю своего состояния и некоторым лечебным приемам, что, несомненно, оптимизирует весь процесс лечения.

Благодаря развитию цифровых и информационно-коммуникационных технологий, а также совершенствованию нормативно-правовой базы в сфере информатизации здравоохранения, в последние годы контроль состояния больных на расстоянии осуществляется все чаще. Так, по данным ВОЗ, в США телемедицинские устройства используют в своей практике не менее 66% врачей; мобильные приложения, предназначенные для контроля состояния здоровья, установлены у 78% населения [1].

С 1 января 2018 года в нашей стране вступил в действие Федеральный закон от 29.07.2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья». Приказом Министерства здравоохранения РФ от 30 ноября 2017 г. № 965н утвержден Порядок организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий; они обеспечивают дистанционное взаимодействие участников информационного обмена в процессе оказания медицинской помощи, в том числе их идентификацию и обмен медицинской документацией в электронном виде.

В настоящее время существуют программно-аппаратные комплексы и приложения, предназначенные для самоконтроля и амбулаторного мониторинга ряда инструментальных показателей, важных для контроля и коррекции лечения больных с кардиологическими заболеваниями: АД [2–5], ЭКГ и сердечного ритма [6, 7], ЧСС, пульса, насыщения крови кислородом, веса, диуреза, систолического давления в легочной артерии, трансторакального импеданса, характеризующего легочную гемодинамику, лабораторных параметров (уровня глюкозы, МНО, биохимического и клинического анализов крови), а также контроля приверженности пациентов к лечению («умная таблетка») [8–12]. Кроме того, существуют полимодальные системы телемониторинга, позволяющие осуществлять удаленный динамический контроль одновременно нескольких различных показателей [7].

В мире разнообразия медицинских технологий очень важен выбор оптимального устройства. Именно это определяет порой успешное решение поставленной задачи.

Современные представления о возможностях и методах удаленного наблюдения за пациентами с сердечно-сосудистыми заболеваниями обобщены в документах рабочей группы по цифровой кардиологии Европейского кардиологического

общества [10], консенсусном документе Итальянского кардиологического общества и Итальянского общества телемедицины и электронного здравоохранения [13], в согласованном заключении экспертов International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology/Heart Rhythm Society (ISHNE/HRS) 2017 г. по амбулаторному мониторингованию ЭКГ и наружному мониторингованию деятельности сердца/телеметрии [7], а также в отечественных и зарубежных рекомендациях по диагностике и лечению нарушений ритма сердца (НРС) [14–17], синкопе [17–19], АГ [20], ХСН [7, 13]. Телемониторирование ЭКГ становится не только средством решения практических задач, но и инструментом научных проектов [21–25].

Доказательная база применения телемедицинских технологий в кардиологии активно расширяется. Связь удаленного контроля состояния кардиологических больных с клиническими исходами (снижением смертности, числа и продолжительности госпитализаций) показана при ХСН и НРС [7, 13]. Обосновано расширение показаний к телемониторированию ЭКГ в различных реабилитационных программах [26, 27].

При дистанционном наблюдении за больными АГ и СД с самоконтролем АД и уровня глюкозы в капиллярной крови показан лучший контроль заболеваний, чем при стандартной тактике ведения [2–5, 10, 11].

Интерес к телемониторированию ЭКГ резко повысился после появления возможности регистрации ЭКГ с помощью приставок к смартфонам. В то же время обнаружилось проблемы, связанные с чрезмерным количеством информации и качеством ее интерпретации. Огромное значение имеют совершенствование процессов сбора и передачи данных на сервер, способов автоматизации их обработки; результат — многократное увеличение диагностических возможностей [28–31].

Применение устройств персонального телемониторинга призвано повысить доступность медицинской помощи для пациентов и уменьшить нагрузку на систему здравоохранения. С учетом неприемлемо высокой смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и наличия в РФ труднодоступных регионов внедрение технологий удаленного мониторинга жизненных функций у пациентов кардиологического профиля в нашей стране представляется чрезвычайно актуальным и обоснованным.

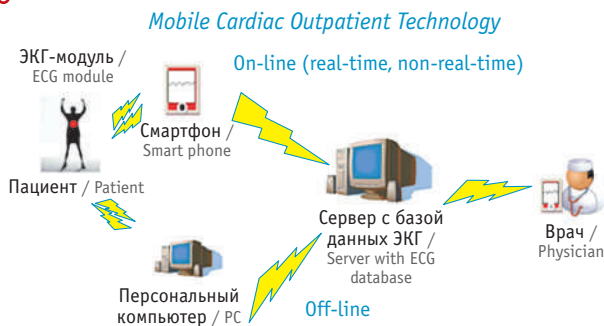
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНОГО ТЕЛЕМОНИТОРИНГА

Большинство систем, предназначенных для дистанционного мониторингования, включают регистратор (ЭКГ, АД, концентрации глюкозы и др.), накопитель данных и устройство со специальным программным обеспечением (смартфон, планшет, персональный компьютер), передающее посредством сети Интернет полученные данные от пациента непосредственно врачу и членам семьи пациента либо на сервер, в этом случае доступ врача к данным пациента осуществляется через личный кабинет (рис. 1). Регистратор и запоминающее устройство либо все три устройства могут быть объединены под одним корпусом.

Булкина Ольга Самуиловна — к. м. н., старший научный сотрудник отдела ангиологии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. 121552, Россия, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. eLIBRARY.RU SPIN: 9397-2693. E-mail: olgabulkina@mail.ru

Карпов Юрий Александрович (автор для переписки) — д. м. н., профессор, руководитель отдела ангиологии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. 121552, Россия, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: yuri_karpov@inbox.ru (Окончание. Начало см. на с. 35.)

Рис. 1. Основные принципы функционирования телемедицинских систем на примере телеметрии электрокардиограммы (ЭКГ). *Иллюстрация авторов*
 Fig. 1. Key principles of telemedicine systems as exemplified by electrocardiogram (ECG) telemetering. *Illustration by authors*



Связь между регистратором с накопителем и передающим устройством осуществляется по каналу Bluetooth или с помощью проводного соединения.

Передача данных на сервер происходит в режиме off-line (после завершения процесса регистрации) либо on-line (одномоментно с регистрацией), непрерывно (real-time) или прерывисто (non-real-time).

Как в мобильных устройствах передачи, так и на сервере может быть установлено программное обеспечение для автоматизированного анализа данных пациента, что способствует повышению диагностической ценности наблюдения и, в ряде случаев, своевременному оказанию медицинской помощи.

Анализ зарегистрированных данных пациента осуществляется лечащим врачом либо сотрудниками специализированного центра мониторинга 24/7/365, которые могут при необходимости информировать лечащего врача о значимых результатах наблюдения и, при наличии показаний, направлять бригаду скорой медицинской помощи непосредственно к пациенту (место нахождения пациента определяется с помощью устройств геолокации, встроенных в смартфон). В настоящее время подобные центры существуют в США и странах Европы [7].

Важным аспектом функционирования центров телемониторинга является разработка критериев оповещения и программного обеспечения для автоматизированного анализа данных пациентов.

ТРИ ПОКОЛЕНИЯ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

В литературе принято выделять три поколения систем для самостоятельного и дистанционного контроля жизненных функций. К первому поколению относятся устройства, осуществляющие регистрацию биологического сигнала и определение основных клинически значимых показателей.

Системы второго поколения предполагают хранение и автоматический анализ полученных данных с применением алгоритмов искусственного интеллекта: диагностических (например, классификации результатов измерений по принципу «светофора»), терапевтических (например, формирования общих рекомендаций по изменению образа жизни, рациона, рекомендации своевременно обратиться к врачу, коррекции дозы инсулина). Большинство существующих систем относятся к первому и второму поколениям.

В настоящее время передовые разработки сосредоточены на системах третьего поколения, в которых реализованы сложные алгоритмы анализа крупных массивов данных, накапливаемых от пациентов (Data Science), что определяет персонализированный характер решений; защита персональных медицинских данных при этом также обеспечивается с помощью прогрессивных технологий (blockchain) [12, 18].

Примером подобных систем является четырехуровневая нейронная сеть, созданная компанией AliveCor совместно с клиникой Мэйо и фирмой Omron, способная выявлять основные НРС, в том числе фибрилляцию предсердий (ФП), и изменения в состоянии пациента при динамическом контроле одноканальных ЭКГ, передаваемых больным на сервер с помощью компактной приставки KardiaMobile для iPhone [30].

Очевидно, что создание систем персонального телемониторинга должно осуществляться в тесном взаимодействии специалистов по разработке программного обеспечения с ведущими институтами, исследовательскими центрами и лидерами мнений в соответствующих терапевтических областях и основываться на результатах исследований достаточной мощности.

ПЕРСОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

Основные задачи персонального мониторинга ЭКГ у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями — диагностика нарушений ритма и проводимости сердца и выявление преходящей ишемии миокарда (особенно актуально при вазоспастической стенокардии, не провоцируемой физической нагрузкой). В настоящее время имеется большой выбор устройств, однако кажущееся разнообразие суживается их возможностями решать поставленные диагностические задачи.

Так, для диагностики ишемических событий необходимо проводить съемку не менее чем в двух отведениях (желательно в 12 отведениях), а диагностика НРС в зависимости от наличия, частоты и тяжести симптомов возможна с применением как простых устройств для записи одного и более отведений в момент приступа, так и имплантируемых петлевых регистраторов (Reveal XT, Reveal LINQ) и требует достаточно хорошего качества записи. Накопленный опыт применения телеметрии в ЭКГ был оформлен в 2017 г. в виде согласованного заявления экспертов ISHNE/HRS по амбулаторному мониторингу ЭКГ и наружному мониторингу деятельности сердца/телеметрии [7].

Следует помнить, что телеметрические технологии, даже с постоянным контролем в центральной лаборатории и с возможностью вызова неотложной помощи, не могут обеспечить безопасность больного с жизнеугрожающими аритмиями. Таким больным с диагностической целью показано стационарное обследование с электрофизиологическим исследованием и возможностью установки по показаниям электрокардиостимулирующих устройств или дефибрилляторов.

Для диагностики большинства аритмических, а при определенных условиях и ишемических событий достаточно наружных устройств, рынок которых в последние годы стал разнообразным. Эксперты Международного общества холтеровского мониторинга ЭКГ и неинвазивной электрокардиологии выделяют два поколения таких устройств (рис. 2).




К первому поколению относятся нижеперечисленные наружные регистраторы ЭКГ.

Холтеровский монитор ЭКГ (возможна регистрация ЭКГ в 2, 3, 12 отведениях в течение периода до 14 дней) — родоначальник вариантов длительного наблюдения ЭКГ. Такое обследование завершается полноценным информативным отчетом, позволяет выявлять аритмические и ишемические события, однако запись анализируется только после завершения исследования с использованием специальной рабочей станции. Имеет несомненное преимущество перед остальными устройствами для диагностики ишемических событий. Для диагностики вазоспастической стенокардии рекомендуется 1–3-суточное мониторирование. В настоящее время телеметрические технологии позволяют экспортировать записанные данные в виртуальное облако с последующим анализом в экспертном центре [7, 19].




Регистраторы событий, активируемые пациентом при развитии симптомов, с металлическими или текстильными электродами в виде приставок для смартфона, часов, ручек, браслетов, поясов, колец, трикотажа, сидений и т. д. (рис. 3); в некоторых из них имеются встроенные валидизированные алгоритмы автоматического выявления ФП (например, AliveCor KardiaMobile, AliveCor KardiaBand, AliveCor My Diagnostic, Omron Heart Scan, Zenicor, Apple Watch 4, Verily). Такие приспособления обеспечили прорыв в диагностике причин редко возникающих жалоб в виде сердцебиений и обмороков, однако некоторые из них дают недостаточное качество ЭКГ, в том числе одноканальной.

Рис. 2. Типы наружных регистраторов для длительного мониторинга электрокардиограммы (ЭКГ) (адаптировано из [7])
Fig. 2. Types of external recorders for long-time ECG monitoring (adapted from [7])

Первое поколение наружных регистраторов для амбулаторного мониторинрования ЭКГ / First generation of external recorders for outpatient ECG monitoring

а) Холтеровское мониторирование / a) Holter monitoring	б) Регистратор событий / b) Event recorder	в) Петлевой регистратор / c) Loop event recorder
		

Второе поколение наружных регистраторов для амбулаторного мониторинрования ЭКГ / Second generation of external recorders for outpatient ECG monitoring

а) Холтеровское мониторирование / a) Holter monitoring	б) Амбулаторное телеметрическое мониторирование (не в реальном времени) / b) Outpatient telemonitoring (not real-time)	в) Амбулаторное телеметрическое мониторирование (в реальном времени) / c) Outpatient telemonitoring (real-time)
		

Петлевые регистраторы событий, предназначенные для непрерывного ношения в течение периода до 4 недель, при активации пациентом во время симптомов либо при автоматической детекции событий позволяют зарегистрировать эпизод продолжительностью до нескольких часов («петли записи события»). В отсутствие события запись не сохраняется.

Ко второму поколению наружных регистраторов ЭКГ также относятся три типа приборов.

Компактные одноразовые и многоразовые patch-мониторы («пластырные») Zio Patch, Medtronic SEEQ, Carnation Ambulatory Monitor, Samsung S-Patch, LP1100 LifeSignal Patch и др., предназначенные для непрерывного мониторинрования ЭКГ в одном отведении (возможно подключение дополнительных электродов для получения 2 и 3 отведений) в течение 3 дней — 4 недель с дальнейшим считыванием в кабинете врача либо дистанционной передачей данных по сети Интернет (рис. 4). Они надежно фиксируются на коже и водонепроницаемы, что создает условия для длительного обследования и получения удовлетворительного качества записи.

Устройства для непрерывного мониторинрования с прерывистой передачей данных on-line real-time.

Устройства для непрерывного мониторинрования с непрерывной передачей данных on-line real-time (Mobile Cardiac Outpatient Technology) (рис. 5).

Рис. 3. Регистраторы событий [32–36]

Fig. 3. Event recorders [32–36]



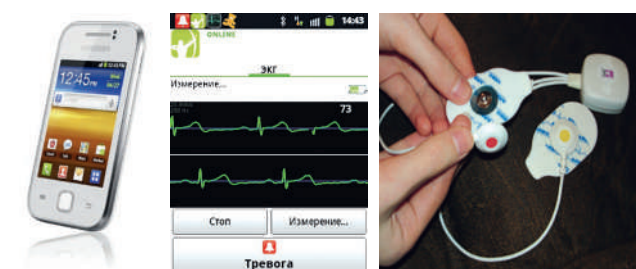
Рис. 4. Patch-монитор электрокардиограммы [37]

Fig. 4. ECG patch monitor [37]



Рис. 5. Система Mobile Cardiac Outpatient Technology (PMT ON-line)

Fig. 5. Mobile Cardiac Outpatient Technology (PMT ON-line)



В соответствии с действующими клиническими рекомендациями [7, 14, 15, 17, 18] телемониторирование ЭКГ показано:

1) пациентам с синкопальными состояниями и/или периодически рецидивирующими симптомами (сердцебиением, одышкой, болями в груди, слабостью) при наличии данных осмотра, анамнеза или ЭКГ-признаков, свидетельствующих в пользу вероятной аритмической причины симптомов при низком риске кардиальной смерти;

2) пациентам высокого риска (со скриптогенным инсультом в анамнезе, ХСН) с целью выявления бессимптомной ФП, а также больным с имплантируемыми антиаритмическими устройствами с эпизодами предсердной тахикардии с высокой ЧСС (> 170–190 уд/мин) продолжительностью > 5–6 мин (atrial high-rate episodes) для решения вопроса о назначении антитромботической терапии;

3) больным с верифицированной ФП при изменении или появлении новых симптомов, в случае предполагаемого прогрессирования частоты приступов ФП;

4) для контроля эффективности антиаритмической терапии;

5) после катетерной аблации (КА): в период 3–12 месяцев после КА ФП и в течение 12 месяцев после КА желудочковой тахикардии.

Для диагностики ишемических событий телемедицинские технологии применяются при 2–12-канальной съемке ЭКГ.

Выбор устройства определяется частотой и продолжительностью симптомов, способностью пациента активировать регистрацию ЭКГ во время симптомов и настроем в отношении продолжительного ношения значительного количества электродов. Диагностическая ценность исследования возрастает с увеличением непрерывности и продолжительности мониторинга.

В таблице приведены данные согласованного заявления экспертов ISHNE/HRS 2017 г. по амбулаторному монитори-

рованию ЭКГ и наружному мониторингованию деятельности сердца/телеметрии, демонстрирующие диагностические возможности разных типов регистраторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии открывают новые возможности для дистанционного наблюдения за пациентами с сердечно-сосудистыми заболеваниями и повышения эффективности лечения и доступности медицинской помощи. Выбор устройства зависит от цели исследования, способности больного к самоконтролю и экономических возможностей.

Наиболее широкое применение устройства для дистанционного наблюдения ЭКГ нашли в диагностике аритмических событий и разгадке причин обморока, контроле антиаритмического лечения, а также в выявлении бессимптомных эпизодов фибрилляции предсердий у больных с эмболическими инсультами.

Помимо этого, возможность съемки ЭКГ не менее чем в двух отведениях в момент возникновения жалоб позволяет в ряде случаев дифференцировать кардиалгии и приступы стенокардии, особенно при ее вазоспастической форме. Для краткосрочного наблюдения можно рекомендовать более информативное как для аритмических, так и для ишемических событий многоканальное мониторинг ЭКГ, для выявления редко возникающих событий необходимо длительное наблюдение.

В данном случае наиболее часто используют устройства с возможностью их активации в момент возникновения приступа. Перспективно также применение появившихся компактных наружных устройств с возможностью постоянной передачи сигнала.

Ценность обследования повышается при немедленном поступлении данных в центральную лабораторию, и в случае регистрации опасной аритмии к больному выезжает бригада

Таблица / Table

Диагностические возможности носимых устройств для длительного мониторингирования электрокардиограммы при синкопе и сердцебиении (адаптировано из [7]) Diagnostic capabilities of portable devices for long-term ECG monitoring in syncope and palpitations (adapted from [7])

Длительность записи / Recording duration	Тип регистратора / Recorder type	Сердцебиения / Palpitations, %	Синкопе / Syncope, %	Криптогенный инсульт (немая фибрилляция предсердий) / Cryptogenic stroke (silent atrial fibrillation), %
Менее 60 с / Less than 60 s	Регистратор событий / Event recorder	50–60	Неприменимо / N/a	Неприменимо / N/a
24–48 ч / 24–48 h	Стандартный холтеровский монитор / Standard Holter monitor	10–15	1–5	1–5
3–7 сут / 3–7 days	Адгезивный patch-регистратор/жилет/пояс/МКТ/НПР / Adhesive patch recorder/waist/ belt/ MCT/ ELR	50–70	5–10	5–10 (?)
1–4 нед / 1–4 weeks	НПР/адгезивный patch-регистратор/жилет/пояс/МКТ / ELR/ adhesive patch recorder/ waist/ belt/ MCT	70–85	15–25	10–15 (?)
36 мес и меньше / 36+ months	Имплантируемый петлевой регистратор / Implanted loop event recorder	80–90	30–50	15–20 (?)

Примечание: МКТ — мобильная кардиотелеметрия, НПР — наружный петлевой регистратор.

Note: MCT — mobile cardiac telemetry; ELR — external loop event recorder.

скорой помощи. При редко возникающих жалобах максимальный результат диагностики достигается при имплантации записывающего устройства, если предварительно проведенное в течение месяца обследование с помощью наружных устройств не принесло результата. В то же время считанная с имплантируемых устройств информация может быть искажена помехами.


В настоящее время активно ведется работа по созданию новых технологий и методологии, по экспертной оценке

выявляемых изменений для установления показаний и противопоказаний к применению различных устройств, оптимальных схем наблюдения, что определяет эффективность телемониторинга в целом.

С учетом появления средств длительного амбулаторного мониторирования ЭКГ с постоянной регистрацией сигнала необходимо создание станций с возможностью назначения заданий и автоматической обработки сигналов после выделения области интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. WHO. *Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the Third Global Survey on eHealth 2015*. URL: <https://www.who.int/goe/survey/2015survey/en/> (дата обращения — 15.05.2020).
2. Бойцов С.А. Реалии и перспективы дистанционного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертензией. *Терапевтический архив*. 2018; 90(1): 4–8. [Boytsov S.A. Realities and prospects of remote blood pressure monitoring in hypertensive patients. *Therapeutic Archive*. 2018; 90(1): 4–8. (in Russian)]. DOI: 10.26442/terarkh20189014-8
3. Parati G., Pellegrini D., Torlasco C. How digital health can be applied for preventing and managing hypertension. *Curr. Hypertens. Rep.* 2019; 21(5): 40. DOI: 10.1007/S11906-019-0940-0
4. Tucker K.L., Sheppard J.P., Stevens R., Bosworth H.B., Bove A., Bray E.P. et al. Self-monitoring of blood pressure in hypertension: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *PLoS Med.* 2017; 14(9): e1002389. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002389
5. Choi W.S., Choi J.H., Oh J., Shin I.-S., Yang J.-S. Effects of remote monitoring of blood pressure in management of urban hypertensive patients: a systematic review and meta-analysis (February 9, 2019). URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3331453> (дата обращения — 15.05.2020).
6. Рябыкина Г.В. Телеметрические системы регуляции и анализа ЭКГ. В кн.: Чазов Е.И., ред. *Руководство по кардиологии*. М.: Практика; 2014. Т. 2: 95–100. [Ryabikina G.V. Telemetric systems for ECG regulation and analysis. In: Chazov E.I., ed. *Cardiology manual*. М.: Praktika; 2014. V. 2: 95–100. (in Russian)]
7. Steinberg J.S., Varma N., Cygankiewicz I., Aziz P., Balsam P., Baranchuk A. et al. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry. *Ann. Noninvasive Electrocardiol.* 2017; 22(3): e12447. DOI: 10.1111/anec.12447
8. Hammet J., Sasangohar F., Lawley M. Home telemonitoring platforms for adults with diabetes mellitus: a narrative review of literature. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 2018; 62(1): 508–12. DOI: 10.1177/1541931218621116
9. Frederix I., Caiani E.G., Dendale P., Anker S., Bax J., Böhm A. et al. ESC e-Cardiology Working Group Position Paper: Overcoming challenges in digital health implementation in cardiovascular medicine. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2019; 26(11): 1166–77. DOI: 10.1177/2047487319832394
10. Kim Y., Park J.-E., Lee B.-W., Jung C.-H., Park D.-A. Comparative effectiveness of telemonitoring versus usual care for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *J. Telemed. Telecare.* 2019; 25(10): 587–601. DOI: 10.1177/1357633X18782599
11. Warren R., Carlisle K., Mihala G., Scuffham P. A. Effects of telemonitoring on glycaemic control and healthcare costs in type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *J. Telemed. Telecare.* 2018; 24(9): 586–95. DOI: 10.1177/1357633X17723943
12. Deep Knowledge Ventures. *Health Tech Mobile Apps. Landscape Overview 2018*. URL: <http://analytics.dkv.global> (дата обращения — 15.05.2020).
13. Lenarda A., Casolo G., Gulizia M.M., Aspromonte N., Scalvini S., Mortara A. et al. The future of telemedicine for the management of heart failure patients: a Consensus Document of the Italian Association of Hospital Cardiologists (A.N.M.C.O.), the Italian Society of Cardiology (S.I.C.) and the Italian Society for Telemedicine and eHealth (Digital S.I.T.). *Eur. Heart J.* 2017; 38(suppl.D): D113–129. DOI: 10.1093/eurheartj/sux024
14. Голицын С.П., Майков Е.Б., Миронов Н.Ю., Нестеренко Л.Ю., Соколов С.Ф., Шлевков Н.Б. Желудочковые аритмии у взрослых. Клинические рекомендации. URL: <http://cr.rosminzdrav.ru/#!/schema/244> (дата обращения — 15.05.2020). [Golitsyn S.P., Maikov E.B., Mironov N.Yu., Nesterenko L.Yu., Sokolov S.F., Shlevkov N.B. Adult ventricular arrhythmia. *Clinical recommendations*. URL: <http://cr.rosminzdrav.ru/#!/schema/244> (Access date: 15/05/2020). (in Russian)]
15. Ревишвили А.Ш., Бойцов С.А., Давтян К.В., Зенин С.А., Кузнецов В.А., Купцов В.В. и др. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических имплантирующих устройств. 2017 г. URL: https://vnoa.ru/upload/Recomendation_2017_30_10_2017_HR.pdf (дата обращения — 15.05.2020). [Revishvili A.Sh., Boitsov S.A., Davtyan K.V., Zenin S.A., Kuznetsov V.A., Kuptsov V.V. et al. *Clinical recommendations for electrophysiological examinations, catheter ablation and use of antiarrhythmic implants*. 2017. URL: https://vnoa.ru/upload/Recomendation_2017_30_10_2017_HR.pdf (Access date: 15/05/2020). (in Russian)]
16. Макаров Л.М., Комятлова В.Н., Курпирянова О.О., Первова Е.В., Рябыкина Г.В., Соболев А.В. и др. Национальные российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике. *Российский кардиологический журнал*. 2014; 2(106): 6–71. [Makarov L.M., Komolyatova V.N., Kurpryanova O.O., Pervova E.V., Ryabikina G.V., Sobolev A.V. et al. *National Russian guidelines on application of the methods of holter monitoring in clinical practice*. *Russian Journal of Cardiology*. 2014; 2(106): 6–71. (in Russian)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-2-6-71
17. Первова Е.В. Современные методы амбулаторного мониторирования электрокардиограммы. *Клиническое применение*. *Клиницист*. 2017; 11(2): 58–72. [Pervova E.V. *Current methods of outpatient electrocardiographic monitoring. clinical aspects*. *The Clinician*. 2017; 11(2): 58–73. (in Russian)]. DOI: 10.17650/1818-8338-2017-11-2-58-73
18. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Голухова Е.З., Ковалев С.А., Бокерия Е.Л., Филатов А.Г. и др. Брадиаритмии. Клинические рекомендации. URL: https://racvs.ru/clinic/files/2018/rek_brad.pdf (дата обращения — 15.05.2020). [Bokeriya L.A., Bokeriya O.L., Golukhova E.Z., Kovalev S.A., Bokeriya E.L., Filatov A.G. et al. *Bradyarrhythmia. Clinical recommendations*. URL: https://racvs.ru/clinic/files/2018/rek_brad.pdf (Access date: 15/05/2020). (in Russian)]
19. The Task Force for the diagnosis and management of syncope of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Eur. Heart J.* 2018; 39: 1883–948. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy037
20. Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В., Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Баранова Е.И. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации. URL: <http://cr.rosminzdrav.ru/#!/schema/687> (дата обращения — 15.05.2020). [Kobalava Zh.D., Konradi A.O., Nedogoda S.V., Shlyakhto E.V., Arutyunov G.P., Baranova E.I. et al. *Adult arterial hypertension. Clinical recommendations*. URL: <http://cr.rosminzdrav.ru/#!/schema/687> (Access date: 15/05/2020). (in Russian)]
21. Козловская И.Л., Булкина О.С., Лукошкова Е.В., Ермишкин В.В., Лопухова В.В., Чернова Н.А. и др. Температура воздуха и показатели вариабельности ритма сердца у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца. *Кардиологический вестник*. 2016; 11(3): 66–71. [Kozlovskaya I.L., Bulkina O.S., Lukoshkova E.V.,

- Ermishkin V.V., Lopukhova V.V., Chernova N.A. et al. Air temperature and heart rate variability in with stable coronary heart disease. *Russian Cardiology Bulletin*. 2016; 11(3): 66–71. (in Russian)]
22. Шохзодаева З.О., Рябыкина Г.В., Сапельников О.В., Латыпов Р.С., Черкашин Д.И., Макеев М.И. и др. Возможности выявления и прогнозирования ранних рецидивов фибрилляции предсердий по данным мониторинга ЭКГ после катетерной радиочастотной абляции легочных вен. *Кардиологический вестник*. 2017; 12(2): 48–53. [Shokhzodaeva Z.O., Ryabykina G.V., Sapelnikov O.V., Latypov R.S., Cherkashin D.I., Makeev M.I. et al. ECG monitoring of patients in early follow up period after radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation. *Russian Cardiology Bulletin*. 2017; 12(2): 48–53. (in Russian)]
 23. Шохзодаева З.О., Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Этапы развития амбулаторного телемониторинга ЭКГ. *Терапевт*. 2016; 8: 21–7. [Shokhzodaeva Z.O., Ryabykina G.V., Sobolev A.V. Development stages of outpatient ECG monitoring. *General Physician*. 2016; 8: 21–7. (in Russian)]
 24. Тихоненко В.М., Попов С.В., Цуринова Е.А., Трешкур Т.В. Многоосуточное мониторирование ЭКГ с телеметрией — новый метод диагностики редко возникающих симптомных аритмий и синкопальных состояний. *Вестник аритмологии*. 2013; 73: 58–63. [Tikhonenko V.M., Popov S.V., Tsurinova E.A., Treshkur T.V. 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)]
 25. Цуринова Е.А., Попов С.В., Бернгардт Э.Р., Ананьева Н.И., Тихоненко В.М., Трешкур Т.В. Подбор антиаритмической терапии с помощью нового метода многосуточного телемониторирования электрокардиограммы. *Вестник аритмологии*. 2014; 75: 29–34. [Tsurinova E.A., Popov S.V., Berngardt E.R., Ananyeva N.I., Tikhonenko V.M., Treshkur T.V. Selection of an effective antiarrhythmic therapy using a novel technique of multi-day telemonitoring of electrocardiogram. *Journal of Arrhythmology*. 2014; 75: 29–34. (in Russian)]
 26. Лямина Н.П., Котельникова Е.В. Пациент-ориентированная модель организации реабилитационной помощи на основе интернет-технологий. *Вестник восстановительной медицины*. 2017; 1(77): 96–102. [Lyamina N.P., Kotelnikova E.V. Patient-oriented organisation of internet-based rehabilitation. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 1(77): 96–102. (in Russian)]
 27. Piotrowicz E., Piotrowicz R. Cardiac telerehabilitation: current situation and future challenges. *Eur. J. Prev. Cardiol*. 2013; 20(2 suppl.): 12–16. DOI: 10.1177/2047487313487483c
 28. Владимирский А.В., Морозов С.П., Урванцева И.А., Коваленко Л.В., Воробьев А.С. Применение телемедицинских технологий в кардиологии. Учеб. пособие. СырГУ: СырГУ; 2019. 115 с. [Vladimirskiy A.V., Moroz S.P., Urvantseva I.A., Kovalenko L.V., Vorobiev A.S. Use of telemedicine in cardiology. Tutorial. Surgut: Surgut State University; 2019. 115 p. (in Russian)]
 29. Pevnick J.M., Birkeland K., Zimmer R., Elad Y., Kedan I. Wearable technology for cardiology: an update and framework for the future. *Trends Cardiovasc. Med*. 2018; 28(2): 144–50. DOI: 10.1016/j.tcm.2017.08.003
 30. Moynihan T. Ex-googlers build a neural network to protect your heart: wired. 2017. URL: <https://www.wired.com/2017/03/alivecor-kardia/> (дата обращения — 15.05.2020).
 31. Serhani M.A., El Kassabi H.T., Ismail H., Navaz A.N. ECG monitoring systems: review, architecture, processes, and key challenges. *Sensors*. 2020; 20(6): 1796. DOI: 10.3390/s20061796
 32. TFOT. URL: <https://thefutureofthings.com/4944-fit-t-shirt-will-monitor-your-health-wirelessly/#:~:text=California%20based%20company%20Maxim%20Integrated,or%20directly%20to%20the%20physician> (дата обращения — 15.05.2020).
 33. ABRC. URL: <http://abrc.snu.ac.kr/http://abrc.snu.ac.kr/korean/viewforum.php?f=173&topicdays=0&sort=0&order=0&sort2=0&order2=0&popup=yes&today=no&printable=yes&start=0> (дата обращения — 15.05.2020).
 34. George Washington University, Washington DC. URL: <https://commercialization.gwu.edu/gw-innovations> (дата обращения — 15.05.2020).
 35. Kohno R., Abe H., Benditt D.G. Ambulatory electrocardiogram monitoring devices for evaluating transient loss of consciousness or other related symptoms. *J. Arrhythmia. Special Issue: Syncope*. 2017. 33(6): 583–9. DOI: 10.1016/J.JOA.2017.04.012
 36. Каталог продукции фирмы Apple. URL: <https://store77.net/#> (дата обращения — 15.05.2020). [Apple catalogue. URL: <https://store77.net/#> (Access date: 15/05/2020). (in Russian)]
 37. mSTOPS: Wearable Patch ECG Detects More AF Than Routine Care — Medscape. March 11, 2018. URL: <https://www.medscape.com/viewarticle/893760?src=dpcs#vp> (дата обращения — 15.05.2020). 

Поступила / Received: 20.03.2020

Принята к публикации / Accepted: 12.05.2020