

Научная статья

УДК 616-71

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-4-3-9>

Телемедицинские технологии и дистанционный мониторинг ЭКГ. Реальность и перспективы. Взгляд функционалиста. Часть 2

Альберт Киманович Пром , Виталий Владимирович Иваненко, Олег Владимирович Илюхин

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия
Волгоградский областной клинический кардиологический центр Волгоград, Россия

Аннотация. Вторая часть обзора посвящена дистанционным методам регистрации электрокардиограммы (ЭКГ), с акцентом на современные возможности данной технологии. Статья отражает методы регистрации ЭКГ, технические трудности, пути решения. Обзор предназначен для специалистов в области функциональной диагностики, знакомит их с современным состоянием проблемы дистанционного мониторинга ЭКГ (ДМ ЭКГ) и будет интересен организаторам здравоохранения при необходимости принять правильное решение при закупке оборудования в лечебных учреждениях страны.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг ЭКГ, функциональная диагностика

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-4-3-9>

Telemedicine technologies and remote ECG monitoring. Reality and prospects. Functionalist perspective. Part 2

Albert K. Prom , Vitaly V. Ivanenko, Oleg V. Ilyukhin

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia
Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia

Abstract. The second part of the review is devoted to remote methods of recording an electrocardiogram (ECG), with an emphasis on the modern options of this technology. The article reflects the methods of ECG registration, their technical difficulties and solutions. The review is intended for specialists in the field of functional diagnostics, presents the current state of the problem of remote ECG (DM EKG) monitoring and will be of interest to healthcare organizers in decision-making when purchasing equipment in medical institutions of the country.

Keywords: remote ECG monitoring, functional diagnostics

ВВЕДЕНИЕ

Наибольший интерес для клинической медицины и службы функциональной диагностики, в частности, представляет дистанционное мониторирование электрокардиограммы (ДМ ЭКГ). В ближайшее десятилетие именно этот метод исследования будет наиболее востребован и, по-видимому, задача по внедрению ДМ ЭКГ будет поставлена перед системой здравоохранения и отделениями функциональной диагностики. В фокусе данного обзора – электрокардиографические методы обследования пациентов, связанные с классической регистрацией электрических потенциалов сердца.

Материалы и методы исследования подробно освещены в первой части обзора. По запросу remote ECG monitoring в англоязычных базах найдено 46 источников. По запросу «дистанционный мониторинг ЭКГ» найдено 2016 источников. Релевантными признаны 64 статьи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно статистическим отчетам, во всем мире основной причиной смертности являются сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), для исследования которых используется ЭКГ. В этой связи эффективной системой мониторинга представляется ЭКГ в режиме реального времени с поддержкой искусственного интеллекта (ИИ). Дистанционной передаче ЭКГ посвящено много работ, как в отечественной, так и в зарубежной научной литературе [1].

Термин «телекардиограмма» первым в обращение ввел В. Эйнтховен в 1906 г. [2]. В нашей стране история дистанционной передачи ЭКГ начинается с 1960–1970 гг., когда ЭКГ космонавтов Советского Союза передавались с околоземной орбиты на Землю. В 90-х гг. прошлого века в практическом здравоохранении

особенно в удаленных районах нашей страны, широко применялась транстефонная передача ЭКГ сигнала системой «Волна» [3]. Простота и неприхотливость в обслуживании аппаратов «Волна» долго перекрывали недостатки, связанные с качеством передаваемого аналогового сигнала. Именно аналоговая передача сигнала долго была доминирующей на этом этапе развития медицины. Однако с развитием технологий и появлением сотовой связи возникли более продвинутое системы ЭКГ мониторинга. Каждая из систем имела как свои достоинства, так и недостатки. С 2010 г. несколько российских производителей повторили технологию передачи ЭКГ на более высоком технологическом уровне.

Дистанционный мониторинг для обнаружения аритмии стал доступен с тех пор, как в 1949 г. впервые был представлен Холтеровский монитор, а в 1992 г. – имплантируемый петлевой регистратор. В настоящее время все имеющиеся системы регистрации ЭКГ с передачей данных можно разделить на две большие группы. В одних необходима самостоятельная регистрация ЭКГ самим пациентом или его родственниками при наступлении «кардиологического события». В других запись электрических потенциалов сердца происходит непрерывно без участия обследуемого. Последние более предпочтительны, поскольку пациентам нет необходимости изучать материальную часть устройства, чтобы разобраться в особенностях регистрации ЭКГ, производить определенные производителем оборудования манипуляции, необходимые для регистрации и передачи сигнала.

Различают **инвазивный** и **неинвазивный** телемониторинг ЭКГ. Инвазивными методами считаются имплантация так называемых петлевых регистраторов событий для пациентов с эпизодами нарушений ритма сердца, которые слишком редки, чтобы их можно было обнаружить с помощью обычного Холтеровского мониторирования (например, один-два пароксизма в месяц). Условно к дистанционным диагностическим устройствам – кроме имплантируемых петлевых регистраторов – можно отнести кардиостимуляторы и кардиовертеры-дефибрилляторы. Они имплантируются по большей части с лечебной целью, но при необходимости могут быть использованы и как диагностический инструмент.

Более подробно остановимся на упомянутых петлевых регистраторах событий, которые можно носить в течение одного или нескольких месяцев и даже года. Некоторые из них активируются самим пациентом, подходят для выявления так называемых «симптомных» и редких эпизодов ФП, а также для различных ситуационных эпизодов. Другие, напротив, не имеют такой функции и регистрируют все сердечные события, которые записываются в память аппарата. Анализ данных в последующем происходит в медицинском учреждении. Современные регистра-

торы событий уже способны автоматически определять нормальную или патологическую ЧСС при постоянном ношении и своевременно информировать медицинский персонал. Однако национальные рекомендации по лечению ФП определяют только одно показание для имплантации петлевых регистраторов. Это криптогенные инсульты у больных предполагаемой бессимптомной формой ФП [4]. Высокая цена одноразового петлевого регистратора значительно ограничивает возможности использования этого устройства в широкой клинической практике. Поэтому внимание клиницистов и врачей функциональной диагностики больше обращены на неинвазивные (и соответственно менее дорогостоящие) методы обследования пациентов.

К неинвазивным регистраторам относят, прежде всего, аппараты для Холтеровского мониторирования ЭКГ, которые позволяют непрерывно отслеживать электрическую активность сердца в течение 24 и более часов. Традиционная стратегия суточного мониторирования ЭКГ в 12 отведениях имеют низкую частоту обнаружения редких пароксизмов фибрилляции предсердий из-за ограниченной продолжительности записи. Некоторые отечественные производители заявляют о возможности 7 суточного мониторирования ЭКГ, отмечая только необходимость регулярной замены элементов питания, другие позиционируют свои аппараты с возможностью «бесконечного» ЭКГ мониторирования. Существуют многочисленные аппараты для регистрации ЭКГ в домашних условиях, в том числе активируемые пациентом самостоятельно. Результаты биометрических показателей у таких аппаратов чаще всего недоступны пользователю и сразу отправляются исследователю. Например, одно из таких устройств крепится на груди с помощью пластыря или специальных электродов и передает сигналы ЭКГ на смартфон, а затем либо в облачный сервер, либо сохраняется на устройстве пользователя, чтобы в последующем различными способами поступить к исследователю на расшифровку. Исследователи считают, что ДМЭКГ обеспечивает «душевное» спокойствие для пациентов, чувство определенного контроля своего здоровья, поскольку они знают, что, во-первых, их проблемы могут быть быстро выявлены, во-вторых, у них есть прямая связь из дома со своим врачом. В российских условиях данная опция, скорее всего, будет рассматриваться в качестве платной услуги и с малой долей вероятности применена в системе обязательного медицинского страхования (ОМС). В этой связи уместно поднять вопрос о монетизации и ценообразовании ДМ ЭКГ. Во всех странах экономическая составляющая медицинской услуги имеет значительную, если не решающую роль, во внедрении тех и или иных технологических решений. В нашей стране данный аспект называется «экономическое содержание медицинской

услуги» и напрямую связан с финансированием системы здравоохранения. Решение вопросов об оплате ДМ ЭКГ в рамках ОМС только предстоит решить. В настоящее время бремя расходов на обслуживание систем ДМ ЭКГ лежат на медицинских учреждениях.

Цифры объема финансовых ресурсов рынка мобильных приложений в мире поражают воображение. В 2018 году мировой рынок мобильных приложений для здравоохранения оценивался в \$12,4 млрд, а к 2026 г., по прогнозам, он вырастет до \$236 млрд [5]. Зарубежные авторы отмечают, что для организации эффективного дистанционного мониторинга могут потребоваться изменения в организации медицинского обслуживания, особенно на ранних этапах разработки технологий. Возможно, будут необходимы дополнительные исследования, чтобы понять, какая модель организации здравоохранения будет оптимальной для обработки большого объема данных, полученных в результате удаленного мониторинга. В настоящее время многие клинические вопросы, касающиеся удаленного мониторинга ЭКГ, остаются без ответа. Например, нужно ли использовать клинические рекомендации для принятия решения о лечении, когда эпизоды ФП выявляются только при длительном непрерывном монито-

ровании ЭКГ? Можно ли использовать информацию о продолжительности эпизодов ФП (которая была бы недоступна без дистанционного мониторинга) для принятия решения о назначении антикоагулянтов?

Оборудование и датчики. Производители оборудования реализуют различные принципы передачи данных от регистрирующего устройства к приемно-передающей станции – смартфону пользователя, устройству регистрации и съема ЭКГ с возможностью подключения к сети Интернет, регистрирующему устройству, подключенному к телефонной линии и другие. Передача данных через Wi-Fi, Bluetooth или непосредственно через сигнал сотовой связи в настоящее время является наиболее распространенной. Причем Bluetooth с низким энергопотреблением в качестве протокола связи для передачи данных между устройством регистрации ЭКГ и так называемым «мобильным шлюзом» более предпочтительна, так как появляется возможность интегрировать систему с алгоритмами фильтрации, чтобы игнорировать факторы, мешающие интерпретации ЭКГ, такие как окружающий шум и артефакты движения.

Носимая система мониторинга ЭКГ включает в себя датчик ЭКГ, смартфон и облачный сервер (рис.).

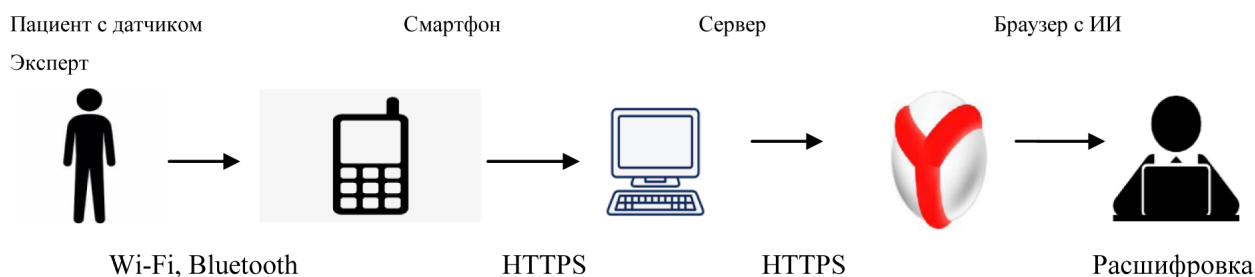


Рис. Носимая система телемониторинга ЭКГ. Источник: разработана авторами

Данная схема в упрощенном виде отражает суть ДМЭКГ. Существуют различные варианты данной схемы, реализованные у каждого производителя по своим техническим решениям. Однако общий принцип остается единым.

Регистрируемые показатели и их клиническое значение. Классическая регистрация электрических потенциалов сердца дает широкие возможности по изучению различных параметров человека. Например, по ЭКГ можно определить ишемию миокарда, аритмию сердца, уровень стресса, баллистокардиограмму (кривая, которая отображает перемещение тела человека, обусловленное сердечными сокращениями и движением крови по крупным сосудам), удлинение интервала QT, сейсмокардиограмму. Клинические значения этих показателей объединены в таблицу.

Наиболее изучены и распространены портативные регистраторы электрокардиограммы на мобильном телефоне. Использование этих датчиков на мо-

бильных телефонах обеспечивают чувствительность и специфичность более 90 % для выявления пароксизмов ФП. Некоторые из таких устройств имеет заявленную чувствительность до 98 %, специфичность 97 % и точность до 300 ударов в минуту.

В исследовании системы, которая имитирует непрерывный мониторинг интервала QT в режиме реального времени, акцент сделан на периодах удлинения интервала QT, вызванного лекарственными препаратами. Выяснилось, что для комфортной передачи зашифрованных данных о значениях интервалов QT и RR требуется около 2 Мбит/с пропускной способности сети на одного пациента. Таким образом, сравнительную оценку скорректированного интервала QT с заданным порогом можно достаточно быстро выполнить даже на скромном оборудовании. Это позволяет предупредить врача о критических значениях регистрируемых параметров в режиме реального времени без существенных экономических затрат [6].

Показатели дистанционной ЭКГ и их клинические значения

Электрокардиограмма	
Показатель	Клиническое значение
Частота сердечных сокращений	Выявление аритмии сердца, определение эпизодов тахикардии и брадикардии, автоматический расчет циркадного индекса, определение показателей вегетативной функции сердца. Определение уровня стресса
Сегмент ST	Выявление ишемии миокарда во внегоспитальных условиях, в том числе эпизоды вазоспастической стенокардии
Баллистокардиограмма	Выявление нарушений ритма сердца, оценка сократительной функции сердца, параметров внутрисердечной гемодинамики
Удлинение интервал QT	Оценка влияния различных препаратов на проводящую функцию сердца и фазы реполяризации, выявление синдрома удлиненного интервала QT
Сейсмокардиограмма	Регистрация механических колебаний грудной клетки, изучение силы сокращений грудной клетки у космонавтов для оценки приспособляемости в условиях невесомости, оценка сократительной способности сердца у спортсменов

Источник: разработана авторами.

Немаловажным при передаче данных во время дистанционного мониторинга пациентов является качество сигнала. В исследовании BIO|GUARD-MI, продолжающемся в настоящее время, устройства автоматически передают сообщения один раз в сутки в сервисный центр домашнего мониторинга. Под наблюдением находятся 212 пациентов. Планируемая длительность наблюдения в среднем 13 месяцев. Медиана «успеха индивидуальной передачи информации» от пациента составила 98,0 % (межквартильный интервал 93,6–99,8). Отмечается, что качественные сигналы ЭКГ могут быть достигнуты только со специфически протестированными устройствами [7].

Показания для проведения ДМЭКГ. Самым частым и наиболее востребованным показанием для применения амбулаторного телемониторинга ЭКГ и постановки устройств длительной регистрации в настоящее время – это приступы сердцебиения и раннее выявление эпизодов пароксизмальной фибрилляции предсердий (ФП) [8].

В современной кардиологии ФП – это наиболее распространенное нарушение сердечного ритма, которое ежегодно поражает около 33,5 млн человек во всем мире [9].

Распространенность недиагностированной ФП только в Соединенных Штатах составляет почти 600 тысяч человек, а медицинские расходы на лечение этой болезни в 2018 году в этой стране составили \$3,1 млрд [10]. Пароксизмальная природа ФП, особенно на ранних стадиях заболевания, приводит к ее несвоевременной диагностике. Активный телемониторинг ЭКГ может легче выявить проблему при длительном дистанционном наблюдении за людьми с риском развития ФП, а значит, предотвратить грозные осложнения (нарушения мозгового кровообращения). Не вызывает сомнения факт, что своевременное назначение антикоагулянтной тера-

пии может снизить частоту ишемических инсультов, ассоциированных с ФП. Доказано, что частота выявления ФП с помощью имплантируемого петлевого регистратора событий возрастает с 6,2 до 40,0 % при увеличении продолжительности наблюдения с 30 дней до 30 месяцев [11].

Считается, что Холтеровское мониторирование (ХМ) ЭКГ является «золотым стандартом» для выявления пароксизмов ФП. Однако при развитии современных технологий дистанционной передачи ЭКГ это утверждение представляется как минимум спорным. Дело в том, что редкие и клинически незначимые пароксизмы мерцательной аритмии могут не выявляться на рутинном ХМ ЭКГ. Повторные и многократные назначения ХМ ЭКГ у данного контингента больных с целью «верифицировать» пароксизм, чтобы документально обосновать назначение антикоагулянтных препаратов, ведут к перегрузке системы здравоохранения и не могут быть признаны экономически оправданной тактикой диагностики и лечения. Тем не менее, диагностику и лечение ФП можно значительно улучшить с помощью ДМЭКГ, особенно с использованием последних достижений в этой технологической области. Кроме того, удаленный мониторинг ЭКГ позволяет в кратчайшие сроки провести кардиоверсию и восстановить синусовый ритм у пациентов с пароксизмальной формой ФП. Улучшаются возможности наблюдения за пациентами с хроническими заболеваниями, в том числе появляется способ удаленно модифицировать схемы приема лекарств как для контроля ЧСС, так и для контроля ритма. В одной из работ американских ученых было показано, что при 30-секундной телефонной записи ЭКГ каждые 2 недели примерно у 20 % пациентов с клинически значимыми (сопровождающиеся симптомами) пароксизмами ФП были выявлены и бессимптомные эпизоды, что требовало смены тактики лечения [12].

В большинстве европейских исследований, которые проводились с применением удаленного телемониторинга, именно ФП была самым распространенным диагнозом, на который приходилось почти половина показаний для применения устройств ДМ ЭКГ. Так, в одном из исследований 117 пациентов наблюдали в течение 227 дней. За этот период обработано более 25 тысяч ЭКГ-сообщений, на анализ которых было потрачено 59 минут времени в неделю для медсестры и 12 минут в неделю для врача [13].

Мониторинг пациентов с высоким риском развития ФП с помощью этих портативных устройств показал увеличение процента выявления ФП, своевременное назначение антикоагулянтов, более редкое обращение за медицинской помощью и общее улучшение качества жизни. Тем не менее, было показано, что нет никаких существенных изменений в частоте развития инсультов через 1 год наблюдения [14].

Показательным в этом отношении стало двухлетнее исследование Apple Heart – крупнейшая работа по выявлению ФП с помощью технологий мобильного здравоохранения, в которой приняли участие более 400 тыс. добровольцев. В исследовании использовались Apple Watch в сочетании с приложением Heart Study для телефонов с операционной системой iOS. При обнаружении повторяющихся нерегулярных сигналов пульса с помощью ФПГ приложение показывало уведомление для пациента о необходимости связаться с врачом для видеоконсультации и дальнейшего обследования на предмет выявления аритмии. Приблизительно 0,5% пациентов получили такое уведомление. Положительное прогностическое значение для диагностики ФП составило 84 %. Авторы исследования Apple Heart Study сделали вывод о возможности дистанционного обнаружения ФП, однако подчеркнули необходимость улучшения телекоммуникационных возможностей [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Долгосрочных рандомизированных плацебо-контролируемых исследований о влиянии вмешательства мобильного здравоохранения на тяжелые клинические исходы (например, смерть, госпитализацию) мало, поскольку большинство авторов сосредоточены на так называемых суррогатных или промежуточных конечных точках (улучшение качества жизни, верификация пароксизмов и т. д.). Практическая ценность удаленного мониторинга ЭКГ должна быть подтверждена рандомизированными исследованиями и закреплена в клинических рекомендациях на федеральном уровне. Стоит особо отметить, что ДМЭКГ играет важную роль в укреплении системы здравоохранения и общественного здравоохранения, повышает доступ к услугам здравоохранения. Большинство исследователей сходятся во мнении, что применение ДМ ЭКГ

улучшает диагностику ФП (особенно выявление бессимптомной ее формы) и профилактику ишемического инсульта.

Дистанционное мониторирование ЭКГ целесообразно применять для мониторинга медикаментозной терапии (например, для оценки адекватности назначения препаратов с отрицательным хронотропным эффектом). ДМ ЭКГ значительно расширяет возможности наблюдения за пациентами после процедур абляции ФП и лучше определяет долгосрочный эффект этих процедур, помогает оптимизировать использование материальных ресурсов, снизить общие затраты на лечение и улучшить качество жизни пациентов.

Мобильный телемониторинг улучшает прогноз жизни за счет улучшения качества лечения. Создание специальных Центров дистанционного наблюдения в нашей стране показывает востребованность данных методик и необходимость в создании правовой базы для этих видов исследований.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рябыкина Г.В., Соболев А.В., Сахнова Т.А. и др. Дистанционная передача ЭКГ и системы централизованного анализа и архивирования ЭКГ. Опыт использования системы в ФГБУ «РКНПК» МЗСР России. Под ред. Е.И. Чазова. М., 2012. 45 с.
2. Владимирский А.В. Телемедицина: Curatio Sine Tempora et Distantia. М., 2016. 663 с.
3. Матюшин А.Г., Мандрыка Т.И., Павлович Р.В., Приказчикова О.А. Транстелефонная электрокардиография: аппаратура и критерии ее выбора при планировании системных проектов. *Кардиология*. 2013;6(84):29–35.
4. Аракелян М.Г., Бокерия Л.А., Васильева Е.Ю. и др. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26(7):4594. URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/view/4594/3391>. doi: <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4594>.
5. Mhealth apps market size, share & trends analysis report by type (fitness, lifestyle management, nutrition & diet, women's health, medication adherence, healthcare providers/payers), and segment forecasts, 2019–2026. *Grand View Research*. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mhealth-app-market> (accessed: 12.09.2022).
6. Page A., Kocabas O., Soyata T. et al. Cloud-based privacy-preserving remote ECG monitoring and surveillance. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2015;20(4):328–337. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12204>
7. Søgaard P.A., Behrens S.B., Konyi A.C. et al. Transmission and loss of ECG snapshots: Remote monitoring in implantable cardiac monitors. *Journal of Electrocardiology*. 2019;56:24–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2019.06.005>.
8. Engel G., Mead R.H. Remote monitoring for atrial fibrillation. *Congest Heart Fail*. 2008;14(5 Suppl 2):14–8. doi: [10.1111/j.1751-7133.2008.tb00015.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-7133.2008.tb00015.x).

9. Chugh S.S., Havmoeller R., Narayanan K. et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation a global burden of disease 2010 study. *Circulation*. 2014;129:837–847.

10. MacKinnon G.E., Brittain E.L. Mobile Health Technologies in Cardiopulmonary Disease. *Chest*. 2020;157(3): 654–664. doi: 10.1016/j.chest.2019.10.015.

11. Reiffel J.A., Verma A., Kowey P.R. et al. Investigators. incidence of previously undiagnosed atrial fibrillation using insertable cardiac monitors in a high-risk population: the REVEAL AF study. *JAMA Cardiology*. 2017;2(10):1120–1127. doi: 10.1001/jamacardio.2017.3180.

12. Tilsch T.W., Connolly S.J. et al. Asymptomatic or “silent” atrial fibrillation: frequency in untreated patients and patients receiving azimilide. *Circulation*. 2003;107:1141–1145.

13. Ricci R.P., Morichelli L., Santini M. Home monitoring remote control of pacemaker and implantable cardioverter defibrillator patients in clinical practice: impact on medical management and health-care resource utilization. *Europace*. 2008;10:164–170.

14. Li K.H.C., White F.A., Tipoe T. et al. The current state of mobile phone apps for monitoring heart rate, heart rate variability, and atrial fibrillation: narrative review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(2):e:11606. doi: 10.2196/11606.

15. American College of Cardiology Apple heart study identifies AFib in small group of Apple Watch wearers. URL: <https://www.acc.org/latest-in-cardiology/articles/2019/03/08/15/32/sat-9am-apple-heart-study-acc-2019/> (accessed: 12.09.2022).

REFERENCES

1. Ryabykina G.V., Sobolev A.V., Sahnova T.A. et al. Remote transfer of ECG and central ECG analysis and archiving system. Experience of use of a system in Federal State Budgetary Institution RKNPK of MZSR of Russia. Ed. E.I. Chazova. Moscow, 2012. 45 p. (In Russ.).

2. Vladzimirskij A.V. Telemedicine: Curatio Sine Tempora et Distantia. Moscow, 2016. 663 p. (In Russ.).

3. Matyushin A.G., Mandryka T.I., Pavlovich R.V., Prikazchikova O.A. Transthephone electrocardiography: equipment and criteria for its choice when planning system projects. *Kardiologija*. 2013;6(84):29–35. (In Russ.).

4. Arakelyan M.G., Bokeria L.A., Vasilyeva E.Y. et al. Atrial fibrillation and flutter. Guidelines 2020. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2021; 26(7):4594. (In Russ.) URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/>

jour/article/view/4594/3391. doi: <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4594>.

5. Mhealth apps market size, share & trends analysis report by type (fitness, lifestyle management, nutrition & diet, women’s health, medication adherence, healthcare providers/payers), and segment forecasts, 2019–2026. *Grand View Research*. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mhealth-app-market> (accessed: 12.09.2022).

6. Page A., Kocabas O., Soyata T. et al. Cloud-based privacy-preserving remote ECG monitoring and surveillance. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2015;20(4):328–337. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12204>

7. Søgaard P.A., Behrens S.B., Konyi A.C. et al. Transmission and loss of ECG snapshots: Remote monitoring in implantable cardiac monitors. *Journal of Electrocardiology*. 2019;56:24–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2019.06.005>.

8. Engel G., Mead R.H. Remote monitoring for atrial fibrillation. *Congest Heart Fail*. 2008;14(5 Suppl 2):14–8. doi: [10.1111/j.1751-7133.2008.tb00015.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-7133.2008.tb00015.x).

9. Chugh S.S., Havmoeller R., Narayanan K. et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation a global burden of disease 2010 study. *Circulation*. 2014;129:837–847.

10. MacKinnon G.E., Brittain E.L. Mobile Health Technologies in Cardiopulmonary Disease. *Chest*. 2020;157(3): 654–664. doi: 10.1016/j.chest.2019.10.015.

11. Reiffel J.A., Verma A., Kowey P.R. et al. Investigators. incidence of previously undiagnosed atrial fibrillation using insertable cardiac monitors in a high-risk population: the REVEAL AF study. *JAMA Cardiology*. 2017;2(10):1120–1127. doi: 10.1001/jamacardio.2017.3180.

12. Tilsch T.W., Connolly S.J. et al. Asymptomatic or “silent” atrial fibrillation: frequency in untreated patients and patients receiving azimilide. *Circulation*. 2003;107:1141–1145.

13. Ricci R.P., Morichelli L., Santini M. Home monitoring remote control of pacemaker and implantable cardioverter defibrillator patients in clinical practice: impact on medical management and health-care resource utilization. *Europace*. 2008;10:164–170.

14. Li K.H.C., White F.A., Tipoe T. et al. The current state of mobile phone apps for monitoring heart rate, heart rate variability, and atrial fibrillation: narrative review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(2):e:11606. doi: 10.2196/11606.

15. American College of Cardiology Apple heart study identifies AFib in small group of Apple Watch wearers. URL: <https://www.acc.org/latest-in-cardiology/articles/2019/03/08/15/32/sat-9am-apple-heart-study-acc-2019/> (accessed: 12.09.2022).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информация об авторах

А.К. Пром – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой, функциональной и лабораторной диагностики, Институт непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет; заведующий отделением функциональной диагностики № 1, Волгоградский областной клинический кардиологический центр, Волгоград, Россия; albertprom2@gmail.com

В.В. Иваненко – кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой, функциональной и лабораторной диагностики, Институт непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет; главный врач, Волгоградский областной клинический кардиологический центр, Волгоград, Россия; dep_fd@vokkc34.ru

О.В. Илюхин – кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой, функциональной и лабораторной диагностики, Институт непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет; врач-кардиолог 3-го кардиологического отделения, Волгоградский областной клинический кардиологический центр, Волгоград, Россия; sim_ilyukhin@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14.03.2023; одобрена после рецензирования 23.08.2023; принята к публикации 28.11.2023.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Information about the authors

А. К. Пром – Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Radiation, Functional and Laboratory Diagnostics, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; Head of the Department of Functional Diagnostics No. 1, Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia; al-bertprom2@gmail.com

В.В. Иваненко – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Radiation, Functional and Laboratory Diagnostics, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; Chief Physician, Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia; dep_fd@vokkc34.ru

О.В. Илюхин – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Radiation, Functional and Laboratory Diagnostics, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; Cardiologist of the 3rd Cardiology Department, Volgograd Regional Clinical Cardiology Center, Volgograd, Russia; sim_ilyukhin@mail.ru

The article was submitted 14.03.2023; approved after reviewing 23.08.2023; accepted for publication 28.11.2023.