



# Цифровые носимые устройства в кардиореабилитации: потребность и удовлетворенность пациентов. Обзор литературы

Н.П. Лямина<sup>✉1</sup>, С.В. Харитонов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГАОУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия

## Аннотация

В настоящее время наблюдается бурный прогресс развития новых технологий, которые расширяют возможности домашней кардио- и телереабилитации. В кардиореабилитации представляется актуальным применение носимой электроники для контроля показателей гемодинамики, электрической активности сердца, физической активности пациентов, и это особенно важно при мониторинге состояния лиц пожилого возраста и больных с коморбидными состояниями. Конкретно определяются перспективы интеграции датчиков, отслеживающих показатели гемодинамики не только между собой, но и с датчиками, позволяющими контролировать некоторые показатели обмена, поведения человека, что крайне важно для кардиосоматических пациентов. Использование цифровых технологий значительно ускоряет процесс интеграции кардиореабилитации в общую систему здравоохранения и позволяет получить доступ к качественной медицинской помощи максимальному числу пациентов, которым она показана.

**Ключевые слова:** кардиореабилитация, цифровые носимые устройства

**Для цитирования:** Лямина Н.П., Харитонов С.В. Цифровые носимые устройства в кардиореабилитации: потребность и удовлетворенность пациентов. Обзор литературы. *CardioСоматика*. 2022;13(1):23–30. DOI: 10.17816/22217185.2022.1.201471

## REVIEW

# Digital wearable devices in cardiac rehabilitation: patient need and satisfaction. Literature Review

Nadezhda P. Lyamina<sup>✉1</sup>, Sergey V. Kharytonov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Moscow Center for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

## Abstract

Currently there is a rapid progress in the new technologies development that expand the possibilities of home cardiac rehabilitation and telerehabilitation. It seems relevant to use wearable devices to monitor hemodynamic parameters, electrical activity of the heart, physical activity of patients in cardiac rehabilitation. This is especially important when monitoring the condition of elderly people and patients with comorbid conditions. The perspectives of sensors integration for assessment of not only hemodynamic parameters, but also the assessment of sensors that allow to monitor some metabolic indicators, human behavior are extremely important for cardiac patients. The use of digital technologies will significantly speed up the process of integrating cardiac rehabilitation into the general health care system. This will also allow to assess the need of high-quality medical care for the maximum of patients to whom it is indicated.

**Keywords:** cardiac rehabilitation, digital wearable devices

**For citation:** Lyamina NP, Kharytonov SV. Digital wearable devices in cardiac rehabilitation: patient need and satisfaction. Literature Review. *Cardiosomatics*. 2022;13(1):23–30. DOI: 10.17816/22217185.2022.1.201471

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД – артериальное давление

ИМ – инфаркт миокарда

НУ – носимое устройство

РКИ – рандомизированное клиническое исследование

СН – сердечная недостаточность

ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания

ФП – фибрилляция предсердий

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЦНУ – цифровое носимое устройство

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭКГ – электрокардиограмма

## Введение

В настоящее время развитие цифровой медицины помимо создания единого цифрового контура в здравоохранении на основе Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) и внедрения электронных медицинских карт связывают со становлением концепции «подключенный пациент», предусматривающей мониторинг состояния пациента и предоставление некоторых медицинских услуг с помощью носимых (НУ) и встроенных интеллектуальных устройств и телемедицины [1]. Использование цифровых технологий значительно ускоряет процесс интеграции кардиореабилитации в общую систему здравоохранения и позволяет получить доступ к качественной медицинской помощи максимальному числу пациентов, которым она показана.

Одной из ключевых задач федерального проекта «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями» в рамках национального проекта «Здравоохранение» на период 2019–2024 гг. является включение в модель двух- и трехэтапной реабилитации к 2021 г. 40%, к 2024 г. – 70% пациентов с перенесенными инфарктами миокарда (ИМ) и кардиохирургическими вмешательствами и использование у 50% включенных в программу реабилитации информационных технологий и телемониторинга [2]. Применение в клинической практике цифровых технологий и устройств позволяет проводить длительное, а при необходимости – непрерывное дистанционное сопровождение пациента, что особенно значимо для кардиореабилитации с возможностью решения таких практических задач, как доступность, качество и безопасность реабилитационных программ.

## Потребность в использовании носимых цифровых устройств

Объем глобального рынка цифровой медицины в 2019 г., по данным Global Market Insights, достиг \$51,3 млрд. К 2024 г. ожидается его рост более чем в 2 раза – до \$116 млрд. По мнению экспертов, увеличению потребности в цифровых технологиях будет способствовать и еще один фактор: рынок медицинских услуг по НУ (по подсчету IDTechEx) – до 2026 г. в мире их будет продано около 5 млрд [3]. Однако при растущем разнообразии цифровых технологий для кардиологических пациентов очень важен выбор оптимального цифрового устройства, что нередко определяет успешное решение поставленных реабилитационных задач у кардиологических больных.

Популярность НУ столь высока, что в поисковых системах многие запросы, связанные с носимой электроникой и контролем состояния здоровья, по оценкам аналитического сервиса Google Trends, отнесены к темам со сверхвысокой популярностью либо имеют очень высокий процент прироста популярности в последнее время в подавляющем большинстве стран, включая Россию [4]. Высокие показатели частотности такого рода запросов фиксируются и на сервисе Яндекс Wordstat [5].

## Цифровые НУ в клинической практике

Цифровые НУ (ЦНУ) все шире используют в клинической практике для мониторинга показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, они нашли применение в мониторинге метаболических и эндокринных нарушений, психических расстройств, а также в сомнологии, наблюдении за пожилыми пациентами и многих других областях [6, 7]. В последние годы активно пополняется доказательная база применения телемедицинских технологий в кардиологии и кардиореабилитации, обосновываются показания к телемониторингу пациентов в различных реабилитационных программах [8]. В согласованном заключении экспертов

International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology/Heart Rhythm Society (ISHNE/HRS) 2017 г. по амбулаторному мониторингованию электрокардиограммы (ЭКГ) и наружному мониторингованию деятельности сердца/телеметрии и в совместном заявлении Международного общества холтеровского мониторингования и неинвазивной электрокардиологии/Общества сердечного ритма/Европейской ассоциации сердечного ритма/Азиатско-Тихоокеанского общества сердечного ритма обобщены современные представления о возможностях и методах удаленного наблюдения за пациентами с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) [9, 10].

В настоящее время известны программно-аппаратные комплексы и приложения, предназначенные для самоконтроля и амбулаторного мониторинга ряда показателей в реальной клинической практике. К таким показателям относятся артериальное давление (АД) [11–14], ЭКГ и сердечный ритм [9, 15], насыщение крови кислородом ( $SpO_2$ ), масса тела, диурез, лабораторные параметры (концентрация глюкозы в крови, международное нормализованное отношение, биохимический и клинический анализы крови), контроль приверженности пациентов к лечению («умная таблетка») [16–18]. Кроме того, существуют современные полимодальные системы телемониторинга, позволяющие проводить удаленный динамический контроль нескольких различных показателей одновременно [16].

Носимая электроника способствует более высокой приверженности пациентов и их удовлетворенности в отношении используемых профилактических и реабилитационных программ [19, 20]. Однако пока еще не всегда передовые цифровые технологии консолидируются с существующими реалиями как здравоохранения, так и самих пациентов.

## ЦНУ в кардиореабилитации

Кардиореабилитация способна значительно улучшить исходы и результаты лечения у пациентов с ССЗ [21]. В настоящее время наблюдается бурный прогресс новых технологий, в том числе телемедицины и мобильных технологий, которые расширяют возможности домашней кардио- и телереабилитации. Телереабилитация с использованием различных электронных устройств по регистрации частоты сердечных сокращений (ЧСС), АД, показателей дыхания, ЭКГ, физической активности и других физиологических показателей может стать альтернативой обычной амбулаторной кардиологической реабилитации [22–25].

В систематическом обзоре и метаанализе 38 рандомизированных клинических исследований – РКИ (поисковые базы MEDLINE, Embase, Кокрановский центральный регистр контролируемых исследований и PsycINFO) за период с 1 января 2000 по 31 декабря 2020 г. показано, что использование переносных трекеров активности (акселерометры, фитнес-трекеры и шагомеры) в сочетании с консультациями медицинских специалистов способствуют значительному улучшению уровня физической активности у пациентов с кардиометаболическими изменениями, который сохраняется в течение 15 нед последующего наблюдения [26].

Контролируемое РКИ по оценке эффективности домашней реабилитации при дополнительном использовании НУ и мобильных технологий, выполненное M. Varnfield и соавт., продемонстрировало улучшение восприятия врачебных рекомендаций, приверженности терапии и увеличение числа пациентов, продолжающих реабилитацию в домашних условиях после перенесенного ИМ [27].

В кардиореабилитации представляется актуальным применение носимой электроники не только с целью контроля пока-

зателей гемодинамики и электрической активности сердца, но и для контроля физической активности пациентов [28–30]. В структуре программ кардиореабилитации это особенно важно при мониторинге состояния лиц пожилого возраста [31, 32] и больных с сопутствующими заболеваниями [33].

Очень важными параметрами в программах кардиореабилитации, которые отслеживаются многими современными НУ, оказались уровень активности человека, его подверженность стрессу, показатели основного обмена, мониторинг пульса в рамках определенных зон соответствующих аэробной и анаэробной активности, оценка максимального объема кислорода ( $VO_2\max$ ), являющегося показателем аэробной подготовленности, и многое другое [34, 35].

С помощью умных часов и мониторов контроля сердечного ритма полезной оказывается возможность контроля возникновения предсердных аритмий и приступов синусовой тахикардии [36], включая субклинические формы фибрилляции предсердий (ФП) и аритмии [37].

С учетом роста частоты коморбидной патологии у кардиологических больных все чаще стало необходимым осуществлять в кардиореабилитации мониторинг показателей сатурации  $SpO_2$ . Для этих целей активно применяют фотоплетизмографы, чаще всего интегрированные в смарт-часы и реже используемые как отдельные браслеты [38].

Одной из наиболее актуальных проблем в настоящее время становится увеличение частоты случаев сахарного диабета у кардиологических больных, а для таких пациентов в процессе кардиореабилитации очень важна не только доступность, но и систематичность помощи, и это становится возможным при использовании глюкометров с поддержкой Bluetooth [39, 40]. Известно, что адекватный контроль гликемии способен снижать риск развития ФП и частоту рецидивов аритмии [41].

Помимо сахарного диабета одна из часто встречающихся проблем у больных кардиологического профиля – цереброваскулярная патология, в отношении которой также актуально применение ЦНУ [42, 43].

Индивидуальные датчики и мобильные приложения для измерения ЧСС, показателей дыхания и других физиологических параметров сегодня являются доступными и удобными в использовании и потому приемлемы для кардиологических пациентов во многих клинических ситуациях, включая, несомненно, и кардиореабилитацию [44].

### **Сочетание нескольких направлений электронного здравоохранения в кардиореабилитации**

Существуют свидетельства, указывающие на высокую эффективность совместного использования индивидуальных НУ в комплексе с другими современными цифровыми технологиями, в частности, с телемедицинским мониторингом [45]. Еще в 2016 г. все основные международные кардиологические ассоциации заявили о необходимости реинжиниринга кардиореабилитации для улучшения доступа, приверженности и эффективности реабилитационных мероприятий [46]. В настоящее время электронное здравоохранение (например, дистанционный телемониторинг с помощью телекоммуникаций и датчиков, интерактивные компьютерные программы и приложения для смартфонов) предлагает совершенно новый набор возможностей для оказания клинической помощи в рамках кардиореабилитации. В проспективном РКИ продолжительностью 18 нед, включавшем пациентов не позже чем на 42-й день после эпизода острого коронарного синдрома, которым были выполнены чрескожное коронарное вмешательство или

аортокоронарное шунтирование, показано, что использование трекеров и телемониторинга в процессе домашней реабилитации является эффективным способом для повышения толерантности к физической нагрузке и снижения частоты повторных госпитализаций. Программа телемониторинга физической активности существенно повышает активность пациента, улучшает качество его жизни и лучше снижает влияние факторов риска развития ССЗ. Анализ кривой Каплана–Мейера в данном исследовании показал тенденцию к меньшему числу повторных госпитализаций в группе дистанционного мониторинга ( $p=0,09$ ) [47].

Результаты проспективного РКИ, выполненного в Китае, продемонстрировали, что пациенты в группе дистанционного мониторинга утомляемости по шкале Борга, а также сердечного ритма и АД с помощью ЦНУ имели более выраженное улучшение толерантности к физической нагрузке по сравнению с пациентами в контрольной группе без дистанционного мониторинга показателей. Частота физических упражнений у пациентов группы дистанционного наблюдения составила  $5,1\pm 0,6$  раза в неделю, каждый раз – по  $31,4\pm 4,5$  мин. Во время наблюдения доля пациентов в группе дистанционного наблюдения, выполнявших физические упражнения, составила 93,8%, что значительно выше, чем в группе обычного наблюдения (77,1%;  $p=0,021$ ). Продолжительность достижения целевой ЧСС во время тренировки оказалась равна  $94,2\pm 6,4\%$  от общего времени тренировки. Кроме того, 91,7% участников группы дистанционного наблюдения были удовлетворены содержанием и частотой обратной связи [48].

Особую группу в процессе реабилитации составляют кардиологические больные, имеющие сердечно-сосудистые осложнения, которые усложняют процесс кардиореабилитации и требуют обязательного длительного мониторинга состояния пациента. Доказано, что контроль показателей гемодинамики и длительный телемониторинг показателей с помощью НУ у кардиологических больных с сердечной недостаточностью (СН) снижает частоту госпитализаций как в кратко-, так и в долгосрочной перспективе [49, 50]. Непрерывный контроль параметров АД улучшает профиль сердечно-сосудистого риска пациентов [51], а скрининг и выявление ФП обеспечивают своевременное проведение ранних вмешательств по снижению риска развития инсульта и других осложнений, связанных с ФП [52].

Программы удаленного мониторинга показателей сердечной деятельности с помощью ЦНУ и с телемедицинской поддержкой пациентов в одной из Массачусетских больниц (США) на амбулаторном этапе позволили зафиксировать значительное снижение у кардиологических больных с СН частоты госпитализаций и летальных исходов [53].

Предварительные итоги исследования LINK-HF с применением одноразового мультисенсорного нагрудного регистратора событий на амбулаторном этапе наблюдения у кардиологических больных, имеющих хроническую СН (ХСН), показали, что ношение регистратора ЧСС, частоты дыхательных движений и других показателей позволило выявить предварительные признаки декомпенсации ХСН до развития клинических проявлений, что способствовало уменьшению числа госпитализаций за счет своевременной амбулаторной коррекции установленных нарушений (чувствительность метода – в пределах от 76 до 88%, специфичность – 85%) [54].

Очевидно, что для массового применения ЦНУ требуются соответствующие технические решения (серверы, системы безопасности узлов, отказоустойчивость), решение вопросов логистики подключения пациентов, доступности цифровых устройств для пациентов и многое другое [55]. Наиболее популярным вариантом в таких случаях является применение мобильной телефонии.

При поддержке и финансировании Европейского общества кардиологов разработаны программы, позволяющие обнаруживать нарушения сердечного ритма и ФП с помощью мобильного телефона и продемонстрировавшие высокий уровень эффективности и удовлетворенности пациентов, что может быть приемлемо и в кардиореабилитации [56].

В исследовании E. Skobel и соавт. из Центра сердечной и легочной реабилитации (Германия) в рамках домашней реабилитации (III фаза) у больных с ишемической болезнью сердца использовали новые технологические подходы в виде так называемого электронного текстиля (e-textile) для обеспечения достаточного контроля в отношении безопасности при выполнении индивидуальных программ физических тренировок. Пациенты носили специальную рубашку со встроенными беспроводными датчиками, и во время тренировки у них отслеживали ЭКГ, ЧСС, частоту дыхания, SpO<sub>2</sub>, интенсивность потоотделения, температуру тела и двигательную активность. Полученную информацию в режиме реального времени передавали на мобильное устройство, которое обрабатывало эти параметры и информировало о состоянии пациента медиков и самого пациента, что поддерживало профессионалов и пациентов во время кардиореабилитации. Авторы констатировали, что частота участия пациентов в кардиологической реабилитации III фазы пока остается невысокой, но приверженность потенциально может быть улучшена с помощью контролируемой домашней кардиореабилитации и новых технологических подходов, в том числе и электронного текстиля, который позволяет одновременно регистрировать несколько важных показателей. Именно поэтому необходимо более широкое использование новых технологических подходов для обеспечения достаточного контроля в отношении безопасности индивидуальных программ физической реабилитации [57].

Исследования, выполненные в России в рамках кардиореабилитации у больных, перенесших острый ИМ и имеющих ХСН, показывают, что носимые индивидуальные регистраторы ЭКГ, ЧСС и система дистанционного наблюдения на основе мобильных приложений могут использоваться в качестве вспомогательной модели амбулаторной помощи на III этапе реабилитации кардиологических больных, имеющих высокий сердечно-сосудистый риск. Комплексным благоприятствующим фактором применения и развития новых технологий восстановления и укрепления здоровья в процессе амбулаторной кардиореабилитации является повышение мотивированности пациентов путем вовлечения их в процесс самопомощи и улучшения качества функционирования врача и пациента при использовании инструментов цифрового и мобильного здравоохранения [58, 59].

Реализация мониторинга и помощи больным при централизованном подходе к решению этих проблем может оказываться весьма эффективным способом повышения качества программ кардиореабилитации на популяционном уровне.

### **Удовлетворенность по использованию ЦНУ с учетом технологий и пользователей**

Хотя пациенты, использующие интеллектуальные технологии, демонстрируют высокие показатели удовлетворенности кардиореабилитацией, существует и ряд проблем. Одна из них – недостаточная разработанность критериев оценки эффективности применяемых технологий и способов их реализации [56].

Несмотря на то что на рынке представлены тысячи доступных приложений и инструментов электронного здравоохранения, лишь небольшая их часть протестирована под надлежащим контролем медицинского персонала. Это очень важно, поскольку

инвестиции в новые методы лечения и технологии в здравоохранении должны быть основаны на фактических данных. Как ни парадоксально, но сегодня подобные технологии не всегда бывают доступны, поскольку большинство учреждений просто не имеет возможности предоставлять такую помощь и не обладает соответствующим техническим обеспечением, что логичным образом вызывает вопрос о создании систем централизованного мониторинга. С другой стороны, недостаточные возможности сетей беспроводной передачи данных и не вполне развитая инфраструктура GPS-сетей не позволяют широко внедрять централизованные системы мониторинга данных пациентов [56].

К сожалению, в литературе недостаточно проанализирована удовлетворенность больных использованием в программах кардиореабилитации ЦНУ. По результатам систематического обзора, выполненного S. Sprogis и соавт., из 427 публикаций, соответствовавших критериям отбора, только в 2 исследованиях изучали удовлетворенность пациентов применением НУ [60].

Хотя при этом существуют работы, свидетельствующие о том, что в некоторых РКИ подтверждена не только клиническая и экономическая эффективность дистанционного мониторинга пациентов, нуждающихся в кардиореабилитации, но и определен высокий уровень удовлетворенности больных, использующих носимую электронику. Это позволило некоторым организациям, в частности Американскому колледжу кардиологии, внедрить в практическую работу сеть по поддержке цифровой навигации ЦНУ при различных ССЗ [61].

Авторы, представляющие Американское общество по сердечной недостаточности (Heart Failure Society of America), тоже приходят к выводу, что носимая электроника представляется перспективным решением и оказывается очень полезной для отдельных пациентов. Однако в настоящее время не до конца доказаны эффективность таких решений в рутинной медицинской помощи и экономическая эффективность подобных устройств [62]. С другой стороны, несмотря на недостаточную изученность эффективности и удовлетворенности больных в связи с применением ими ЦНУ, разработчики этих устройств сформировали свои подходы к пониманию проблемы. Так, для улучшения интеграции носимой электроники разработчиками гаджетов и разного рода программных продуктов в обиходе используется термин «embodiment» – персонификация (или воплощение). Это понятие обозначает способность человека воспринимать НУ и программы как часть себя, по крайней мере в когнитивном, телесном и личностном аспектах. И чем выше уровень этой персонификации, тем более высокими будут доверие, воспринимаемая полезность, вовлеченность, отношение и намерение непрерывного использования устройств [63].

Еще одной стороной такого подхода является стимуляция и формирование у больных намерений применять ЦНУ или приложения, что, по мнению некоторых авторов, должно стать приоритетной мишенью для улучшения состояния здоровья или профилактики заболеваний [64], а для повышения приверженности больных к использованию ЦНУ необходимы создание положительного пользовательского опыта, формирование соответствующих убеждений и поддержка социальных тенденций [64, 65].

Реализация концепции embodiment во многом зависит от технических решений, обеспечивающих возможность работы ЦНУ на уровне, достаточном для формирования удовлетворенности у пользователей. В их основе лежит работа датчиков, программ обработки данных, поступающих от этих датчиков, средств передачи, анализа и обработки данных. Современные тенденции к объединению этих устройств в одну рабочую сеть предполагают технологии интернета вещей, разметку данных для обучения

искусственного интеллекта и технологии машинного обучения. Все эти технологии совершенствуются очень активно. Современные датчики позволяют фиксировать ряд очень важных показателей, характеризующих сердечную деятельность больного, среди которых ЭКГ, ЧСС, АД, частота дыхания, SpO<sub>2</sub>, концентрация глюкозы в крови, интенсивность потоотделения, капнография, оценка температуры тела и двигательной активности, контроль работы имплантов и параметров окружающей среды [66].

Датчики и программное обеспечение, позволяющее давать оценку разных параметров деятельности органов и систем, могут быть реализованы как ЦНУ разного типа. Это и смарт-часы, и электронный текстиль, и некоторые другие устройства. Возможности этих устройств могут существенно различаться между собой и создавать свой уникальный пользовательский опыт, что в итоге определяет уровень удовлетворенности людей применением данных технологий. Особую популярность сегодня имеют смарт-часы, которые постепенно становятся не только гаджетом для широкого потребительского спроса, но в некоторых случаях – и средством медицинского предназначения [67–69].

Так, по данным исследования, проведенного под эгидой Массачусетского медицинского сообщества, применение смарт-часов имеет хорошую прогностическую ценность в отношении ФП. В довольно крупном эксперименте, где участниками (по их сообщениям, не имевшими ранее ФП) использовались смарт-часы, при наличии сигнала о соответствующих изменениях пульса (включая нерегулярный пульс) назначалась телемедицинская консультация и высылался электрокардиографический пластырь для более точного исследования. Определено, что у 84% обследованных данные, полученные от смарт-часов, и данные ЭКГ были согласованы, и фибрилляции подтвердились. Конечно, такие результаты сопряжены с высоким уровнем удовлетворенности и приверженности больных [70].

Однако до сих пор смарт-часы были ориентированы на анализ пульсовых волн, что существенно ограничивало их информативность и прогностическую ценность в кардиореабилитации. С появлением часов, способных записывать ритм-полоску ЭКГ и помогать в самодиагностике ФП, эта ситуация стала меняться. И хотя данные клинических исследований предикативной ценности подобных гаджетов еще только предстоит получить, уже сейчас понятно, что такой подход выглядит перспективным направлением и можно ждать высокой приверженности от его применения у пациентов [71].

Все же пока еще не все технологии дают уверенность в качестве фиксируемых сигналов ЭКГ, поэтому для контроля электрической активности сердца более предпочтительными остаются не смарт-часы, а носимые ЭКГ-мониторы, чаще всего используемые для отслеживания и анализа сердечного ритма [72]. Кроме того, дискуссионными остаются вопросы точности, портативности и комфортного использования данных технологий, а также их совместимости с другими НУ, применяемыми в электронном здравоохранении, что в итоге сказывается на удовлетворенности пользователей и эффективности программ кардиореабилитации [73]. Немаловажным аспектом в формировании приверженности больных и их удовлетворенности программами электронного здравоохранения в кардиореабилитации является и совместимость технологий [74].

В настоящее время «медицилизация» быта является важным направлением повышения удовлетворенности и вовлеченности пациентов, и одним из очевидных решений с точки зрения «носимости» устройств оказывается одежда. Речь идет об электронном текстиле, который может быть использован для мониторинга параметров электрической активности сердца. Выполненный,

например, в виде бюстгалтеров, рубашек или иной одежды, он оказывается удобным решением и имеет высокие показатели персонализации [75, 76]. Использование этого подхода является многообещающим, несмотря на некоторые недостаточно решенные проблемы. В частности, существуют вопросы качества сигнала и шумоподавления [77].

Из ближайших и наиболее ожидаемых технологий в прецизионной (персонализированной) кардиологии можно говорить о применении искусственного интеллекта с входными параметрами от носимых датчиков и устройств в купе с другими персональными данными [78]. Уже в скором времени для кардиореабилитации многообещающим и оправдывающим ожидания может стать использование нейронных сетей и генетических алгоритмов, объединяющих работу ЦНУ, суммирующих другие данные о пациенте, адаптирующихся к условиям среды обитания, учитывающих разные аспекты поведения человека и его активности, применяемых лекарственных средств и т.д. [79–82]. Становятся понятными требования к наборам данных, необходимых для обеспечения обмена информацией между устройствами, что позволяет решать проблему совместимости технологий и включения датчиков в интернет вещей [83].

В то же время к вопросам удовлетворенности больных медицинским наблюдением на этапах кардиореабилитации нельзя относиться однозначно. Внедрение в практику ЦНУ и датчиков приводит к позитивным изменениям [20, 84], хотя некоторые авторы при длительном их использовании отмечают непреднамеренные изменения поведения у отдельной категории пациентов с формированием черт зависимого от НУ поведения [85–88]. Именно поэтому к рекомендации по длительному использованию ЦНУ следует подходить с учетом мотивированности пациента на самоконтроль состояния, а также его когнитивного и психологического статуса. Как видно из представленных сведений, идеи персонализации ЦНУ далеко не всегда способствуют формированию удовлетворенности пациентов и их приверженности использованию таких средств. И, напротив, в некоторых случаях врача должна настораживать чрезмерная приверженность больного.

## Заключение

ЦНУ в последние годы все чаще и активнее применяют в клинической практике, в том числе и в кардиореабилитации. Определяются перспективы интеграции датчиков, отслеживающих показатели гемодинамики, не только между собой, но и с датчиками, позволяющими контролировать некоторые показатели обмена веществ, поведения человека.

Централизация систем медицинской помощи в процессе реабилитации кардиологическим пациентам сегодня должна развиваться при активной поддержке телемедицины и систем удаленной поддержки. Видится ожидаемым улучшение качества централизованных систем помощи в связи с развитием инфраструктуры информационных сетей, что приведет к увеличению объема оказываемой медицинской помощи и использованию новых технологий. При этом ЦНУ могут как применяться относительно автономно, так и подключаться к автоматическим сервисам мониторинга, контроля и реагирования, предоставляемым медицинскими учреждениями, что будет зависеть от технологической готовности учреждений к оказанию такого рода помощи.

Перспективы интеграции НУ в единые цифровые комплексы под руководством одной из самых противоречивых технологий в истории человечества (искусственного интеллекта) являются необходимыми и требуют более взвешенной стратегии оценки данных и увеличения доли научных исследований в этой области.

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

**Disclosure of interest.** The authors declare that they have no competing interests.

**Вклад авторов.** Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

**Authors' contribution.** The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

**Funding source.** The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

## Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Лямина Надежда Павловна** – д-р мед. наук, проф., зав. отд. медицинской реабилитации ГАУЗ МНПЦ МРВСМ. E-mail: lyana\_n@mail.ru; ORCID: 0000-0001-6939-3234

**Харитонов Сергей Викторович** – д-р мед. наук, проф. каф. восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины ФГБУ «ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна». ORCID: 0000-0003-4445-5069

✉ **Nadezhda P. Lyamina** – D. Sci. (Med.), Prof., Moscow Center for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine. E-mail: lyana\_n@mail.ru; ORCID: 0000-0001-6939-3234

**Sergey V. Kharytonov** – D. Sci. (Med.), Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center. ORCID: 0000-0003-4445-5069

## Литература/References

1. Доклад Росздравнадзора об осуществлении федерального государственного контроля (надзора) качества и безопасности медицинской деятельности в 2021 году. Режим доступа: <https://roszdravnadzor.gov.ru/>. Ссылка активна на 23.06.2022 [Report of the Russian Federal Service for Surveillance in Healthcare on the implementation of federal state control (supervision) of the quality and safety of medical activities in 2021. Available at: <https://roszdravnadzor.gov.ru/> Accessed: 23.06.2022 (in Russian)].
2. Национальные проекты «Здравоохранение» и «Демография». Режим доступа: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie>. Ссылка активна на 23.06.2022 [Natsional'nye proekty «Zdravookhraneniye» i «Demografiya». Available at: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie>. Accessed: 23.06.2022 (in Russian)].
3. Цифровое здравоохранение в России: каким будет рынок после пандемии и как на него выйти. Режим доступа: <https://rusbase.ru/opinion/digital-healthcare-in-russia/>. Ссылка активна на 23.06.2022 [Tsifrovoye zdravookhraneniye v Rossii: kakim budet rynek posle pandemii i kak na nego vyiti. Available at: <https://rusbase.ru/opinion/digital-healthcare-in-russia/> Accessed: 23.06.2022 (in Russian)].
4. Умные часы. Режим доступа: <https://trends.google.ru/trends/explore?geo=RU&q=умные%20часы>. Ссылка активна на 23.06.2022 [Umnye chasy. Available at: <https://trends.google.ru/trends/explore?geo=RU&q=умные%20часы>. Accessed: 23.06.2022 (in Russian)].
5. Умные часы. Режим доступа: <https://wordstat.yandex.ru/#/?words=умные%20часы>. Ссылка активна на 23.06.2022 [Umnye chasy. Available at: <https://wordstat.yandex.ru/#/?words=умные%20часы>. Accessed: 23.06.2022 (in Russian)].
6. Dunn J, Runge R, Snyder M. Wearables and the medical revolution. *Per Med*. 2018;15(5):429-48. DOI:10.2217/pme-2018-0044
7. Majumder S, Mondal T, Deen MJ. Wearable Sensors for Remote Health Monitoring. *Sensors (Basel)*. 2017;17(1):130. DOI:10.3390/s17010130
8. Milewski K, Matecki A, Orszulik-Baron D, et al. The use of modern telemedicine technologies in an innovative optimal cardiac rehabilitation program for patients after myocardial revascularization: Concept and design of RESTORE, a randomized clinical trial. *Cardiology J*. 2019;26(5):594-603. DOI:10.5603/CJ.a2018.0157
9. Steinberg JS, Varma N, Cygankiewicz I, 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
10. Varma N, Cygankiewicz I, Turakhia M. Контроль аритмий с помощью технологий мобильного здравоохранения: цифровые медицинские технологии для специалистов по сердечному ритму. Консенсус экспертов 2021. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(1S):4420 [Varma N, Cygankiewicz I, Turakhia M. 2021 ISHNE/HRS/EHRA/APHR Collaborative Statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(1S):4420 (in Russian)]. DOI:10.15829/1560-4071-2021-4420
11. Бойцов С.А. Реалии и перспективы дистанционного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертензией. *Терапевтический архив*. 2018;90(1):4-8 [Boyotsov SA. Realities and prospects of remote blood pressure monitoring in hypertensive patients. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2018;90(1):4-8 (in Russian)]. DOI:10.17116/terarkh20189014-8
12. 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
13. Tucker KL, Sheppard JP, Stevens R, 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
14. Choi WS, Choi JH, Oh J, et al. Effects of remote monitoring of blood pressure in management of urban hypertensive patients: a systematic review and meta-analysis. *Telemed J E Health*. 2020;26(6):744-59. DOI:10.1089/tmj.2019.0028
15. Serhani MA, T El Kassabi H, Ismail H, Nujum Navaz A. ECG monitoring systems: review, architecture, processes, and key challenges. *Sensors (Basel)*. 2020;20(6):1796. DOI:10.3390/s20061796
16. Frederix I, Caiani EG, Dendale P, 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
17. Kim Y, Park J-E, Lee B-W, et al. 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
18. Deep Knowledge Ventures. Health Tech Mobile Apps. Landscape Overview 2018. Available at: <http://analytics.dkv.global>. Accessed: 23.06.2022.
19. Koehler F, Koehler K, Prescher S, et al. Mortality and morbidity 1 year after stopping a remote patient management intervention: extended follow-up results from the telemedical interventional management in patients with heart failure II (TIM-HF2) randomised trial. *Lancet Digit Health*. 2020;2(1):e16-24. DOI:10.1016/S2589-7500(19)30195-5

20. Midaglia L, Mulero P, Montalban X, et al. Adherence and Satisfaction of Smartphone- and Smartwatch-Based Remote Active Testing and Passive Monitoring in People With Multiple Sclerosis: Nonrandomized Interventional Feasibility Study. *J Med Internet Res*. 2019;21(8):e14863. DOI:10.2196/14863
21. Anderson L, Thompson DR, Oldridge N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;67(1):1-12. DOI:10.1002/14651858.CD001800.pub3
22. Smart N, Haluska B, Jeffriess L, Marwick TH. Predictors of a sustained response to exercise training in patients with chronic heart failure: a telemonitoring study. *Am Heart J*. 2005;150(6):1240-7. DOI:10.1016/j.ahj.2005.01.035
23. Piotrowicz E, Zieliński T, Bodalski R, et al. Home-based telemonitored Nordic walking training is well accepted, safe, effective and has high adherence among heart failure patients, including those with cardiovascular implantable electronic devices – a randomized controlled study. *Eur J Prev Cardiol*. 2015;22(11):1368-77. DOI:10.1177/2047487314551537
24. Piotrowicz E, Piotrowski W, Piotrowicz R. Positive Effects of the Reversion of Depression on the Sympathovagal Balance after Telerehabilitation in Heart Failure Patients. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2016;21(4):358-68. DOI:10.1111/anec.12320
25. Zwisler AD, Norton RJ, Dean SG, et al. Home-based cardiac rehabilitation for people with heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2016;221:963-9. DOI:10.1016/j.ijcard.2016.06.207
26. Hodkinson A, Kontopantelis E, Adeniji C, et al. Interventions Using Wearable Physical Activity Trackers Among Adults With Cardiometabolic Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2021;4(7):e2116382. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2021.16382
27. Varnfield M, Karunanithi M, Lee CK, et al. Smartphone-based home care model improved use of cardiac rehabilitation in postmyocardial infarction patients: results from a randomised controlled trial. *Heart*. 2014;100(22):1770-9. DOI:10.1136/heartjnl-2014-305783
28. Batalik L, Dosbaba F, Hartman M, et al. Rationale and design of randomized controlled trial protocol of cardiovascular rehabilitation based on the use of telemedicine technology in the Czech Republic (CR-GPS). *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(37):e12385. DOI:10.1097/MD.00000000000012385
29. Brickwood KJ, Watson G, O'Brien J, Williams AD. Consumer-Based Wearable Activity Trackers Increase Physical Activity Participation: Systematic Review and Meta-Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(4):e11819. DOI:10.2196/11819
30. Wright SP, Hall Brown TS, Collier SR, Sandberg K. How consumer physical activity monitors could transform human physiology research. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2017;312(3):R358-67. DOI:10.1152/ajpregu.00349.2016
31. Schlomann A, Seifert A, Rietz C. Relevance of Activity Tracking With Mobile Devices in the Relationship Between Physical Activity Levels and Satisfaction With Physical Fitness in Older Adults: Representative Survey. *JMIR Aging*. 2019;2(1):e12303. DOI:10.2196/12303
32. Evans J, Papadopoulos A, Silvers CT, et al. Remote Health Monitoring for Older Adults and Those with Heart Failure: Adherence and System Usability. *Telemed J E Health*. 2016;22(6):480-8. DOI:10.1089/tmj.2015.0140
33. Sharma A, Mentz RJ, Granger BB, et al. Utilizing mobile technologies to improve physical activity and medication adherence in patients with heart failure and diabetes mellitus: Rationale and design of the TARGET-HF-DM Trial. *Am Heart J*. 2019;211:22-33. DOI:10.1016/j.ahj.2019.01.007
34. Lu TC, Fu CM, Ma MH, et al. Healthcare Applications of Smart Watches. A Systematic Review. *Appl Clin Inform*. 2016;7(3):850-69. DOI:10.4338/ACI-2016-03-R-0042
35. Trayanova N. From genetics to smart watches: developments in precision cardiology. *Nat Rev Cardiol*. 2019;16(2):72-3. DOI:10.1038/s41569-018-0149-y
36. Koshy AN, Sajeev JK, Nerlekar N, et al. Smart watches for heart rate assessment in atrial arrhythmias. *Int J Cardiol*. 2018;266:124-7. DOI:10.1016/j.ijcard.2018.02.073
37. Sajeev JK, Koshy AN, Teh AW. Wearable devices for cardiac arrhythmia detection: a new contender? *Intern Med J*. 2019;49(5):570-3. DOI:10.1111/imj.14274
38. Maeda Y, Sekine M, Tamura T. Relationship between measurement site and motion artifacts in wearable reflected photoplethysmography. *J Med Syst*. 2011;35(5):969-76. DOI:10.1007/s10916-010-9505-0
39. Andrès E, Meyer L, Zulfiqar AA, et al. Telemonitoring in diabetes: evolution of concepts and technologies, with a focus on results of the more recent studies. *J Med Life*. 2019;12(3):203-14. DOI:10.25122/jml-2019-0006
40. Garabedian LF, Ross-Degnan D, Wharam JF. Mobile Phone and Smartphone Technologies for Diabetes Care and Self-Management. *Curr Diab Rep*. 2015;15(12):109. DOI:10.1007/s11892-015-0680-8
41. Chang SH, Wu LS, Chiou MJ, et al. Association of metformin with lower atrial fibrillation risk among patients with type 2 diabetes mellitus: a population-based dynamic cohort and in vitro studies. *Cardiovascul Diabetol*. 2014;13:123. DOI:10.1186/s12933-014-0123-x
42. Maceira-Elvira P, Popa T, Schmid AC, Hummel FC. Wearable technology in stroke rehabilitation: towards improved diagnosis and treatment of upper-limb motor impairment. *J Neuroeng Rehabil*. 2019;16(1):142. DOI:10.1186/s12984-019-0612-y
43. Johansson D, Malmgren K, Alt Murphy M. Wearable sensors for clinical applications in epilepsy, Parkinson's disease, and stroke: a mixed-methods systematic review. *J Neurol*. 2018;265(8):1740-52. DOI:10.1007/s00415-018-8786-y
44. Zwisler AD, Norton RJ, Dean SG, et al. Home-based cardiac rehabilitation for people with heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2016;221:963-9. DOI:10.1016/j.ijcard.2016.06.207
45. Haghi M, Thurow K, Stoll R. Wearable Devices in Medical Internet of Things: Scientific Research and Commercially Available Devices. *Health Inform Res*. 2017;23(1):4-15. DOI:10.4258/hir.2017.23.1.4
46. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2016;37(29):2315-81. DOI:10.1093/eurheartj/ehw106
47. Frederix I, Driessche NV, Hansen D, et al. Increasing the medium-term clinical benefits of hospital-based cardiac rehabilitation by physical activity telemonitoring in coronary artery disease patients. *Eur J Prev Cardiol*. 2015;22(2):150-8. DOI:10.1177/2047487313514018
48. Song Y, Ren C, Liu P, et al. Effect of Smartphone-Based Telemonitored Exercise Rehabilitation among Patients with Coronary Heart Disease. *J Cardiovasc Transl Res*. 2020;13(4):659-67. DOI:10.1007/s12265-019-09938-6
49. Tse G, Chan C, Gong M, et al. Telemonitoring and hemodynamic monitoring to reduce hospitalization rates in heart failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and real-world studies. *J Geriatr Cardiol*. 2018;15(4):298-309. DOI:10.11909/j.issn.1671-5411.2018.04.008
50. Stojanova A, Koceski S, Koceska N. Continuous Blood Pressure Monitoring as a Basis for Ambient Assisted Living (AAL) – Review of Methodologies and Devices. *J Med Syst*. 2019;43(2):24. DOI:10.1007/s10916-018-1138-8
51. Klarskov P, Bang LE, Schultz-Larsen P, et al. Intensive versus conventional blood pressure monitoring in a general practice population. The Blood Pressure Reduction in Danish General Practice trial: a randomized controlled parallel group trial. *Fam Pract*. 2018;35(4):433-9. DOI:10.1093/fampra/cmz106
52. Guo Y, Lane DA, Chen Y, Lip GH. Mobile Health Technologies Facilitate Population Screening and Integrated Service Management in Patients with Atrial Fibrillation: Observations from the Huawei Heart Study and the mAFA II Randomized Trial. *Eur Heart J*. 2020;41(17):1617-9. DOI:10.1093/eurheartj/ehaa161
53. Agboola S, Jethwani K, Khateeb K, et al. Heart failure remote monitoring: evidence from the retrospective evaluation of a real-world remote monitoring program. *J Med Internet Res*. 2015;17(4):e101. DOI:10.2196/jmir.4417
54. Stehlik J, Schmalfuss C, Bozkurt B, et al. Continuous Wearable Monitoring Analytics Predict Heart Failure Hospitalization The LINK-HF Multicenter Study. *Circ Heart Fail*. 2020;13(3):e006513. DOI:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.119.006513
55. Albahri OS, Zaidan AA, Zaidan BB, et al. Real-Time Remote Health-Monitoring Systems in a Medical Centre: A Review of the Provision of Healthcare Services-Based Body Sensor Information, Open Challenges and Methodological Aspects. *J Med Syst*. 2018;42(9):164. DOI:10.1007/s10916-018-1006-6
56. Loncar-Turukalo T, Zdravevski E, Machado da Silva J, et al. Literature on Wearable Technology for Connected Health: Scoping Review of Research Trends, Advances, and Barriers. *J Med Internet Res*. 2019;21(9):e14017. DOI:10.2196/14017

57. Skobel E, Martinez-Romero A, Scheibe B, et al. Evaluation of a newly designed shirt-based ECG and breathing sensor for home-based training as part of cardiac rehabilitation for coronary artery disease. *Eur J Prev Cardiol.* 2014;21(11):1332-40. DOI:10.1177/2047487313493227
58. Лямина Н.П., Котельникова Е.В. Мобильные технологии как инструмент интеграции программ кардиологической реабилитации в систему динамического наблюдения пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Вестник восстановительной медицины.* 2017;5(81):25-32 [Lyamina NP, Kotelnikova EV. Mobile technologies as a tool for integrating cardiac rehabilitation programs into the system of dynamic monitoring of patients with chronic heart failure. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2017;5(81):25-32 (in Russian)].
59. 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 NP, Kotelnikova EV. Patient-oriented model of rehabilitation care organization based on internet technologies. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2017;1(77):96-102 (in Russian)].
60. Sprogis SK, Currey J, Considine J. Patient acceptability of wearable vital sign monitoring technologies in the acute care setting: A systematic review. *J Clin Nurs.* 2019;28(15-16):2732-44. DOI:10.1111/jocn.14893
61. Atreja A, Francis S, Kurra S, Kabra R. Digital Medicine and Evolution of Remote Patient Monitoring in Cardiac Electrophysiology: A State-of-the-Art Perspective. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2019;21(12):92. DOI:10.1007/s11936-019-0787-3
62. Dickinson MG, Allen LA, Albert NA, et al. Remote Monitoring of Patients With Heart Failure: A White Paper From the Heart Failure Society of America Scientific Statements Committee. *J Card Fail.* 2018;24(10):682-94. DOI:10.1016/j.cardfail.2018.08.011
63. Nelson EC, Verhagen T, Vollenbroek-Hutten M, Noordzij ML. Is Wearable Technology Becoming Part of Us? Developing and Validating a Measurement Scale for Wearable Technology Embodiment. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2019;7(8):e12771. DOI:10.2196/12771
64. Lee SM, Lee D. Healthcare wearable devices: an analysis of key factors for continuous use intention. *Serv Bus.* 2020;14(4):503-31. DOI:10.1007/s11628-020-00428-3
65. Vegesna A, Tran M, Angelaccio M, Arcona S. Remote Patient Monitoring via Non-Invasive Digital Technologies: A Systematic Review. *Telemed J E Health.* 2017;23(1):3-17. DOI:10.1089/tmj.2016.0051
66. Dias D, Paulo Silva Cunha J. Wearable Health Devices-Vital Sign Monitoring, Systems and Technologies. *Sensors (Basel).* 2018;18(8):2414. DOI:10.3390/s18082414
67. Lopez Perales CR, Van Spall HGC, Maeda S, et al. Mobile health applications for the detection of atrial fibrillation: a systematic review. *Europace.* 2021;23(1):11-28. DOI:10.1093/europace/eaab139
68. Dörr M, Nohturfft V, Brasier N, et al. The WATCH AF Trial: SmartWATCHes for Detection of Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol.* 2019;5(2):199-208. DOI:10.1016/j.jacep.2018.10.006
69. Bumgarner JM, Lambert CT, Hussein AA, et al. Smartwatch Algorithm for Automated Detection of Atrial Fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71(21):2381-8. DOI:10.1016/j.jacc.2018.03.003
70. Perez MV, Mahaffey KW, Hedlin H, et al. Large-Scale Assessment of a Smartwatch to Identify Atrial Fibrillation. *N Engl J Med.* 2019;381(20):1909-17. DOI:10.1056/NEJMoa1901183
71. Isakadze N, Martin SS. How useful is the smartwatch ECG? *Trends Cardiovasc Med.* 2020;30(7):442-8. DOI:10.1016/j.tcm.2019.10.010
72. Garabelli P, Stavrakis S, Po S. Smartphone-based arrhythmia monitoring. *Curr Opin Cardiol.* 2017;32(1):53-7. DOI:10.1097/HCO.0000000000000350
73. Rastegar S, Gholamhosseini H, Lowe A. Non-invasive continuous blood pressure monitoring systems: current and proposed technology issues and challenges. *Australas Phys Eng Sci Med.* 2019. DOI:10.1007/s13246-019-00813-x
74. Margolis KL, Asche SE, Dehmer SP, et al. Long-term Outcomes of the Effects of Home Blood Pressure Telemonitoring and Pharmacist Management on Blood Pressure Among Adults With Uncontrolled Hypertension: Follow-up of a Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open.* 2018;1(5):e181617. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2018.1617
75. Cai Z, Luo K, Liu C, Li J. Design of a smart ECG garment based on conductive textile electrode and flexible printed circuit board. *Technol Health Care.* 2017;25(4):815-21. DOI:10.3233/THC-170828
76. Khundaqji H, Hing W, Furness J, Climstein M. Smart Shirts for Monitoring Physiological Parameters: Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020;8(5):e18092. DOI:10.2196/18092
77. Teferra MN, Ramos JS, Kourbelis C, et al. Electronic textile-based electrocardiogram monitoring in cardiac patients: a scoping review. *JBI Database System Rev Implement Rep.* 2019;17(10):1958-98. DOI:10.11124/JBISRIR-2017-003989
78. Gaffar S, Gearhart AS, Chang AC. The Next Frontier in Pediatric Cardiology: Artificial Intelligence. *Pediatr Clin North Am.* 2020;67(5):995-1009. DOI:10.1016/j.pcl.2020.06.010
79. Denecke K, Gabarron E, Grainger R, et al. Artificial Intelligence for Participatory Health: Applications, Impact, and Future Implications. *Yearb Med Inform.* 2019;28(1):165-73. DOI:10.1055/s-0039-1677902
80. Yu KH, Beam AL, Kohane IS. Artificial intelligence in healthcare. *Nat Biomed Eng.* 2018;2(10):719-31. DOI:10.1038/s41551-018-0305-z
81. Krittanawong C, Johnson KW, Rosenson RS, et al. Deep learning for cardiovascular medicine: a practical primer. *Eur Heart J.* 2019;40(25):2058-73. DOI:10.1093/eurheartj/ehz056
82. Dorado-Díaz PI, Sampedro-Gómez J, Vicente-Palacios V, Sánchez PL. Applications of Artificial Intelligence in Cardiology. The Future is Already Here. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2019;72(12):1065-75. DOI:10.1016/j.rec.2019.05.014
83. Muzny M, Henriksen A, Giordanengo A, et al. Dataset of wearable sensors with possibilities for data exchange. *Data Brief.* 2019;28:104978. DOI:10.1016/j.dib.2019.104978
84. Hudson LR, Hamar GB, Orr P, et al. Remote physiological monitoring: clinical, financial, and behavioral outcomes in a heart failure population. *Dis Manag.* 2005;8(6):372-81. DOI:10.1089/dis.2005.8.372
85. Schukat M, McCaldin D, Wang K, et al. Unintended Consequences of Wearable Sensor Use in Healthcare. Contribution of the IMIA Wearable Sensors in Healthcare WG. *Yearb Med Inform.* 2016;1(1):73-86. DOI:10.15265/IY-2016-025
86. Kruger DJ, Djerf JM. High Ringxiety: Attachment Anxiety Predicts Experiences of Phantom Cell Phone Ringing. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2016;19(1):56-9. DOI:10.1089/cyber.2015.0406
87. Saunders KE, Bilderbeck AC, Panchal P, et al. Experiences of remote mood and activity monitoring in bipolar disorder: A qualitative study. *Eur Psychiatry.* 2017;41:115-21. DOI:10.1016/j.eurpsy.2016.11.005
88. Tanil CT, Yong MH. Mobile phones: The effect of its presence on learning and memory. *PLoS One.* 2020;15(8):e0219233. DOI:10.1371/journal.pone.0219233



OMNIDOCTOR.RU

Статья поступила в редакцию / The article received: 22.11.2021

Статья принята к печати / The article approved for publication: 22.06.2022

Статья опубликована / Article published: 30.06.2022