

В.А. Качнов¹, И.В. Рудченко²,
В.В. Тыренко¹, А.Я. Фисун¹

Применение телемедицинских технологий в Военном инновационном технополисе «Эра»: первый опыт и перспективы

¹Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

²Военный инновационный технополис «Эра», Анапа

Резюме. Обоснована необходимость применения телемедицинских технологий в Вооруженных силах Российской Федерации. Представлены основные направления их использования: удаленное консультирование врачей друг с другом, передача данных о больном в единый центр, дистанционный мониторинг физиологических показателей. Выделены направления для применения телемедицинских технологий в интересах Министерства обороны, а также обоснована необходимость разработки портативного индивидуального прибора для контроля основных физиологических показателей военнослужащих. Представлена информация о создании Военного инновационного технополиса «Эра», сформулированы основные цели и задачи, которые будут реализовываться на его базе. Подчеркнута актуальность создания «Исследовательской лаборатории мониторинга жизненно важных функций организма военнослужащих и предупреждения (профилактики) патологических состояний» на базе Военного инновационного технополиса «Эра». Приведены основные направления работы этой лаборатории и ожидаемые результаты, которые будут получены на этой площадке. В ноябре 2018 г. работа лаборатории, ее основные цели, задачи и перспективы были представлены Президенту Российской Федерации. В настоящее время в лаборатории силами специалистов Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова и научной роты Военного инновационного технополиса «Эра» производится апробация различных отечественных носимых устройств, сравнение их с эталонными системами диагностики и доработка программного обеспечения.

Ключевые слова: телемедицина, внезапная смерть, дистанционный мониторинг, диспансеризация, профилактика, Военный инновационный технополис «Эра», лаборатория, индивидуальные носимые устройства, жизненно важные функции организма.

Введение. В течение последних нескольких лет во врачебную практику все больше и больше входит понятие о телемедицине, что нашло отражение в Федеральном законе (ФЗ) от 21.11.2011 г. № 323 (ред. от 07.03.2018) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [5]. Так, 29.07.2017 г. в данный ФЗ введен пункт 22 статьи 2, который дает понятие о «телемедицинских технологиях», к которым, согласно этому пункту, относятся «информационные технологии, обеспечивающие дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями, идентификацию и аутентификацию указанных лиц, документирование совершаемых ими действий при проведении консилиумов, консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента».

Актуальность телемедицинских технологий для отдаленных регионов подчеркнута в пункте 10 ФЗ № 323, в котором прописано, что «доступность и качество медицинской помощи обеспечиваются» в том числе «применением телемедицинских технологий». В то же время в связи с отсутствием достаточной доказательной базы в области эффективности телемедицинских технологий в ст. 36.2 «Особенности медицинской помощи, оказываемой с применением телемедицинских

технологий» подчеркивается, что «при проведении консультаций с применением телемедицинских технологий лечащим врачом может осуществляться коррекция ранее назначенного лечения при условии установления им диагноза и назначения лечения на очном приеме (осмотре, консультации)», и тем самым делается акцент на необходимости первичного очного консультирования пациента перед применением телемедицинских технологий, хотя достаточно большой резерв в использовании телемедицинских технологий лежит в сфере оказания неотложной и скорой медицинской помощи в отдаленных регионах или в экстренных ситуациях, когда необходимо принятие быстрого решения по тактике ведения пациента до приезда врача.

Цель исследования. Обосновать необходимость применения телемедицинских технологий в Вооруженных силах Российской Федерации (ВС РФ).

Материалы и методы. В исследовании использованы отдельные положения ФЗ № 323, других руководящих документов, данные отечественных и зарубежных авторов.

Результаты и их обсуждение. В настоящее время в развитии телемедицинских технологий выделяют

три основных направления. Первое направление – это удаленное консультирование врачами друг друга на предмет установления диагноза и выбора тактики лечения тяжелых или не до конца ясных больных. В рамках медицинской помощи в ВС РФ данное направление является особенно актуальным и уже внедрено в повседневную деятельность [3]. Так, в современных войнах и вооруженных конфликтах использование телемедицинских технологий является востребованным и необходимым для осуществления быстрого взаимодействия медицинской службы войсковых частей с медицинской службой военно-медицинских организаций различного уровня. Данное взаимодействие помогает повысить эффективность оказания медицинской помощи раненым и пораженным военнослужащим на этапе войскового звена за счет использования опыта высококвалифицированных специалистов центра, способствует постановке своевременного и правильного диагноза, определению необходимой тактики лечения, прогнозированию сроков и результатов лечения, рассмотрению вопроса о необходимости, месте и порядке госпитализации больного и может определять выбор оптимальной методики лечения у нетранспортабельных больных.

Второе направление телемедицинских технологий обеспечивает передачу медицинских данных о больном в удаленный консультативно-диагностический центр посредством различных каналов связи или сети Интернет. Наиболее распространенное использование данного направления реализовано в бригадах скорой медицинской помощи в рамках передачи электрокардиограммы (ЭКГ) больных с подозрением на острый коронарный синдром для принятия решения о проведении экстренной госпитализации в сердечно-сосудистый центр для проведения чрескожного коронарного вмешательства, а в случае невозможности или отдаленности такого центра – необходимости проведения тромболитической терапии. Использование данного направления позволяет удешевлять и ускорять оказание медицинской помощи в отдаленных районах, дистанционно оказывать квалифицированную помощь пациентам на разных этапах эвакуации при экстремальных ситуациях.

Третье перспективное направление в использовании телемедицинских технологий заключается в применении малогабаритных мобильных телемедицинских комплексов для длительного дистанционного мониторинга ряда физиологических показателей. Наиболее полно изучено данное направление в отношении ЭКГ-мониторинга у больных, страдающих ишемической болезнью сердца (ИБС) и нарушениями сердечного ритма (как правило, фибрилляцией предсердий). Другой важный показатель для дистанционного мониторинга – это уровень артериального давления (АД) [2].

На рынке появляется все больше индивидуальных тонометров с мгновенной автоматической передачей данных при самостоятельном измерении уровня АД. Также в настоящее время широко изучается кли-

ническая и медико-экономическая эффективность удаленного контроля уровня глюкозы крови у больных сахарным диабетом, массы тела у больных хронической сердечной недостаточностью.

Как правило, полученные данные с мобильных телемедицинских комплексов передаются в облачный сервис, в котором искусственный интеллект производит первичную детекцию и анализ результатов и выдает результат врачу-консультанту по системе «светофор»: зеленый цвет – показатели в пределах нормы, желтый – показатели имеют пограничное значение, красный цвет – показатели выходят за пределы нормы и, возможно, необходимо оказание неотложной или экстренной медицинской помощи. В случае появления красного цвета врач может быть проинформирован посредством SMS-сообщения или другого настраиваемого уведомления. В дальнейшем врач принимает решение о необходимости оказания медицинской помощи каждому конкретному пациенту.

Ряд современных индивидуальных приборов для регистрации ЭКГ и верификации нарушений сердечного ритма (фибрилляции предсердий) имеет достаточно портативные размеры в виде чехлов для мобильных телефонов, наручных часов, браслетов. Некоторые из них показали достаточно высокую чувствительность (98%) и специфичность (97%) в верификации фибрилляции предсердий.

Таким образом, для медицинской службы ВС РФ применение телемедицинских технологий актуально и может помочь в решении поставленных задач по всем трем возможным направлениям ее использования. По нашему мнению, наиболее перспективное применение телемедицинских технологий возможно при:

- проведении медобследования призывного контингента;
- контроле полноты охвата диспансеризацией военнослужащих Министерства обороны (МО) РФ;
- контроле в режиме реального времени ряда физиологических показателей в экстремальных условиях военной службы и при выполнении боевых задач;
- мониторинге течения уже выявленных заболеваний;
- профилактике внезапной сердечной смерти среди военнослужащих МО РФ.

Проведение призыва граждан на военную службу имеет ряд особенностей, приводящих к частым дефектам работы призывных комиссий. Так, касательно заболеваний системы кровообращения не всегда диагностируются различные патологические изменения на ЭКГ (наличие полных блокад ножек пучка Гиса, синдром Бругада, синдром удлиненного или укороченного интервала Q–T, синдром укороченного интервала P–Q, выраженная гипертрофия миокарда левого желудочка, эпсилон-волна при аритмогенной дисплазии правого желудочка), что выявляется на поздних этапах при возникновении тех или иных патологических состояний у военнослужащих. Применение же телемедицинских технологий и искусственного интеллекта для расшифровки ЭКГ, хранение оригинальной записи

ЭКГ неограниченное время в электронном виде помогает значительно повысить качество проведения призыва граждан на военную службу.

Проведение диспансеризации военнослужащих МО РФ нередко продолжает носить формальный характер, при этом не всегда выполняются требования по объему основных методик при обследовании определенной возрастной группы, а объективный осмотр врачами-специалистами, включающий регистрацию цифр АД, не всегда проводится. Это ведет к отсутствию ранней диагностики таких наиболее социально значимых хронических неинфекционных заболеваний, как ИБС, начальные стадии гипертонической болезни, сахарный диабет и ожирение. Отсутствие ранней диагностики этих заболеваний приводит к повышению заболеваемости, увольняемости и смертности среди военнослужащих. Применение телеметрических технологий с аккумуляцией основных физиологических показателей и данных ЭКГ каждого конкретного военнослужащего в единую базу данных с возможностью ежегодной оценки динамики этих показателей позволит значительно повысить выявляемость начальных стадий заболеваний и эффективность первичной профилактики у каждого конкретного военнослужащего.

Контроль таких физиологических показателей, как сердечный ритм, температура тела, уровень АД, частота дыхательных движений, гемоглобин, глюкоза крови и ЭКГ, в режиме реального времени в экстремальных условиях военной службы и при боевых действиях представляется весьма актуальным. Он позволяет оценить резервные возможности организма военнослужащего на фоне избыточного влияния различных агрессивных факторов внешней среды и психоземционального стресса при выполнении поставленных боевых задач.

Контроль данных физиологических показателей на расстоянии позволит своевременно предотвратить развитие возможных жизнеугрожающих ситуаций, а врачу, контролирующему состояние витальных функций в режиме реального времени, давать рекомендации по коррекции этих состояний. Портативный индивидуальный прибор для контроля вышеперечисленных физиологических показателей у военнослужащих пока не разработан, однако его разработка является крайне необходимой и его появление возможно уже в ближайшее время.

Для решения задач вторичной профилактики мобильные телемедицинские комплексы в настоящее время достаточно широко используются при пароксизмальных нарушениях сердечного ритма и проводимости, скрытой коронарной недостаточности. Так, в 2017 г. опубликовано Согласованное заключение экспертов ISHNE-HRS 2017 по амбулаторному мониторингу ЭКГ и наружному мониторингованию/телеметрии деятельности сердца [8]. В данном согласительном документе прописано, что амбулаторная электрокардиография (телеметрия) используется для оценки причин таких симптомов, как синкопе, головокружение, боль в груди, сердцебиение или

затрудненное дыхание, которые могут быть связаны с преходящими нарушениями ритма сердца. Кроме того, ее возможно применять для оценки ответа пациента на начало, изменение или прекращение лечения антиаритмическими лекарственными препаратами и оценки прогноза в конкретных клинических ситуациях [8]. В настоящее время фирма «AliveCor, Inc.» (Соединенные Штаты Америки) разработала портативный прибор весом 18 г для индивидуальной регистрации ЭКГ и искусственный интеллект, позволяющий проводить анализ полученных результатов. Изначально в связи с высокой распространенностью в мире такого нарушения сердечного ритма, как фибрилляция предсердий, их прибор был направлен на возможно раннюю диагностику этой аритмии и соответственно снижение количества тромбоэмболических осложнений (инфаркта миокарда и мозгового инсульта). Следующим направлением использования индивидуального кардиомонитора явилась оценка вариабельности сердечного ритма у спортсменов [7], интервала Q–T [6], уровня калия крови [10]. В настоящее время проводятся исследования, направленные на оценку эффективности применения данного прибора у пациентов после перенесенного инфаркта миокарда [9].

Другим важным направлением во вторичной профилактике является телеметрический контроль показателей цифр АД методом импедансометрии у военнослужащих с диагностированной гипертонической болезнью или нейроциркуляторной дистонией по гипертензивному типу. Проведенные в России исследования показывают достаточно хорошую эффективность телеметрического наблюдения за уровнем АД у пациентов, страдающих гипертонической болезнью, и увеличением количества пациентов, достигающих целевые значения показателей АД [4, 8].

Использование телеметрических систем в медицинской службе ВС РФ для профилактики внезапной сердечной смерти (ВСС) среди военнослужащих является оправданным. Как известно, в молодом возрасте причина ВСС может оставаться неясной даже после проведения аутопсии, поскольку некоторые заболевания, например наследственные каналопатии или лекарственные аритмии, не связаны с какими-либо структурными изменениями. При этом именно они часто являются причиной ВСС в этой возрастной группе, и большинство остановок сердечной деятельности происходят без предшествующих симптомов и почти всегда заканчиваются летальным исходом, несмотря на проведение реанимационных мероприятий [1]. Данное направление по использованию телеметрических систем является наиболее перспективным, хотя до настоящего времени определенного алгоритма его использования не разработано. Нам представляется актуальным мониторинг ряда показателей ЭКГ у военнослужащих с высоким риском развития ВСС. К таким показателям можно отнести длительность интервала Q–T и длительность скорректированного интервала Q–T; наличие дельта-волны при латентном и интермиттирующем

синдроме Вольфа – Паркинсона – Уайта; наличие признаков синдрома Бругада; эpsilon-волны; различных неverifiedированных пароксизмальных тахикардий (включая фибрилляцию предсердий); переходящей синоатриальной и атриовентрикулярной блокады; пауз более 2,5 с.

Для повышения эффективности прикладных научных исследований, создания базы новых технологий и обеспечения опережающего развития систем военного назначения Президентом РФ на заседании военно-промышленной комиссии в сентябре 2017 г. (№ Пр-1833) МО поручено организовать работу по созданию Военного инновационного технополиса «Эра», а 25 июня 2018 г. Президент РФ подписал указ № 364 «О создании Военного инновационного технополиса «Эра» МО РФ». Основная задача Военного инновационного технополиса «Эра» (Технополис) – создание и развитие военных и двойных технологий, интенсификации внедрения существующего научно-технического задела в производство продукции военного и двойного назначения, а также сокращения сроков создания новых образцов вооружения, военной техники и технологий их изготовления. Реализация целей и задач Технополиса осуществляется во взаимодействии с органами военного и государственного управления, Российской академией наук, ведущими научными и образовательными организациями Российской Федерации, научно-исследовательскими и образовательными организациями МО, российскими промышленными корпорациями и предприятиями оборонно-промышленного комплекса.

Одним из существующих направлений исследований на базе технополиса «Эра» являются «Биотехнические системы и технологии», в рамках этого направления создана «Исследовательская лаборатория мониторинга жизненно важных функций организма военнослужащих и предупреждения (профилактики) патологических состояний» (Лаборатория). Актуальность создания Лаборатории обусловлена тем, что в настоящее время отсутствуют отечественные разработки (алгоритмы, программы и технические решения на основе искусственного интеллекта), позволяющие мониторить показатели жизненно важных функций организма в режиме реального времени и осуществлять передачу данных для возможности удаленной их оценки.

Основными задачами Лаборатории являются поиск и изучение прорывных технологий по дистанционному мониторингу показателей жизненно важных функций организма, их экспериментальная апробация, доработка программного и технического обеспечения по подготовке их внедрения в интересах МО РФ. В реализации Лаборатории задействованы технологические площадки государственной корпорации «Ростех» и клиническая база Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

Основными направлениями работы испытательной лаборатории являются:

- поиск предвестников внезапной сердечной смерти среди военнослужащих МО РФ;
- совершенствование методики диспансерного динамического наблюдения за военнослужащими (на основе внедрения телемедицинских технологий);
- разработка и усовершенствование программного обеспечения для отечественных носимых приборов с целью мониторинга жизненно важных функций организма у военнослужащих;
- дистанционный мониторинг жизненно важных функций у военнослужащих при выполнении задач по предназначению.

Ожидаемые результаты работы Лаборатории – создание и внедрение программного продукта в отечественные носимые приборы (браслеты, часы, смартфоны) для возможности непрерывного мониторинга в режиме реального времени показателей состояния жизненно важных функций организма военнослужащего, в том числе в период выполнения им боевой задачи; создание возможности по телеметрическому управлению жизненно важными функциями организма военнослужащего. Внедрение разработанного алгоритма позволит снизить общую смертность военнослужащих от сердечно-сосудистых заболеваний, снизить количество ВСС среди военнослужащих, в том числе в период выполнения ими боевых задач, повысить эффективность выявления сердечно-сосудистых заболеваний на ранних этапах их развития.

22 ноября 2018 г. работа Лаборатории, ее основные цели, задачи и перспективы были представлены Президенту Российской Федерации (рис. 1, 2).

В настоящее время в Лаборатории силами специалистов Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова и научной роты Технополиса производятся апробация различных отечественных носимых устройств производства государственной корпорации «Ростех», фирм «Даксмед» и «Л-Кард», Научно-исследовательского института суперкомпьютерных технологий Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского и др., сравнение их с эталонными системами диагностики и доработка программного обеспечения.

Заключение. Широкое внедрение телемедицинских технологий в повседневную работу медицинской службы ВС РФ будет способствовать повышению качества призыва граждан на военную службу, наблюдения за состоянием здоровья военнослужащих по контракту, повышению эффективности выполнения задач по предназначению, контролю выполнения требований по вторичной профилактике основных хронических неинфекционных заболеваний и снижению частоты случаев ВСС среди военнослужащих МО РФ. Создание Военного инновационного технополиса «Эра» позволит выполнить поставленные задачи по внедрению телемедицинских систем в медицинское обеспечение повседневной деятельности войск.



Рис. 1. Представление деятельности «Исследовательской лаборатории мониторинга жизненно важных функций организма военнослужащих и предупреждения (профилактики) патологических состояний» Президенту Российской Федерации



Рис. 2. Представление деятельности «Лаборатории биотехнических систем и технологий» Президенту Российской Федерации

Литература

1. Ардашев, А.В. Национальные рекомендации по определению риска и профилактике внезапной сердечной смерти / А.В. Ардашев [и др.] // Клин. практика. – 2012. – № 4. – 80 с.
2. Бойцов, С.А. Реалии и перспективы дистанционного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертензией / С.А. Бойцов // Терапевт. архив. – 2018. – № 1. – С. 4–8.
3. Борисов, Д.Н. Применение телемедицинских технологий при организации оказания консультативной помощи удаленным пациентам в Военно-медицинской академии / Д.Н. Борисов // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2005. – № 2 (14). – С. 50–51.
4. Посненкова, О.М. Оценка эффективности технологии дистанционного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертензией на основе показателей выполнения клинических рекомендаций / О.М. Посненкова [и др.] // Качество в кардиологии. – 2015. – № 2. – С. 1–5.
5. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» // Росс. газета. Федеральный выпуск. – 2011. – № 5639 (263). – 23 нояб.

6. Garabelli, P. Comparison of QT interval readings in normal sinus rhythm between a smartphone heart monitor and a 12-Lead ECG for healthy volunteers and in patients receiving sotalol or dofetilide / P. Garabelli [et al.] // Journal of cardiovascular Electrophysiology. – 2016. – Vol. 27, Issue 7. – P. 827–832.
 7. Lai, E. Heart rate variability in concussed athletes: A case report using the smartphone electrocardiogram / E. Lai [et al.] // Heart Rhythm Case Rep. – 2017. – № 3 (11). – P. 523–526.
 8. Steinberg, S. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry / S. Steinberg [et al.] // Heart Rhythm. – 2017. – № 14 (7). – P. 55–96.
 9. Treskes, R. Using smart technology to improve outcomes in myocardial infarction patients: rationale and design of a protocol for a randomized controlled trial. The Box / R. Treskes [et al.] // JMIR Res. Protoc. – 2017. – № 6 (9). – 186 p.
 10. Yasin, O.Z. Noninvasive blood potassium measurement using signal-processed, single-lead ECG acquired from a handheld smartphone / O.Z. Yasin [et al.] // J. Electrocardiol. – 2017. – № 50 (5). – P. 620–625.
-

V.A. Kachnov, I.V. Rudchenko, V.V. Tyrenko, A.Ya. Fisun

Application of telemedicine technologies in military innovative technopolis «Era»: the first experience and prospects

Abstract. *The article substantiates the need for the use of telemedicine technologies in the Armed forces of the Russian Federation. On the basis of the analysis of the literature presents the main directions of their use: remote consultation of doctors with each other, the transfer of data about the patient in a single center, remote monitoring of physiological parameters. The directions for the use of telemedicine technologies in the interests of the Ministry of defense and the need to develop a portable individual device for monitoring the basic physiological parameters of soldiers. Information on the creation of the military innovative technopolis «Era» is presented, the main goals and objectives that will be implemented on its basis are given. The urgency of the creation of «Research laboratory for monitoring vital functions of the body of soldiers and prevention of pathological conditions» on the basis of military innovative technopolis «Era» is emphasized. The main directions of the work of this laboratory and the expected results to be obtained at this site are given. In November 2018 the work of the laboratory, its main goals, objectives and prospects were presented to the President of the Russian Federation. Currently in the laboratory by the specialists of the Military medical Academy n.a. S.M. Kirov and the scientific company of the military innovative technopolis «Era» testing of various domestic wearable devices is carried out comparing them with reference diagnostic systems and software revision.*

Key words: *telemedicine, sudden death, remote monitoring, medical examination, prevention, military innovative technopolis «Era», laboratory, individual wearable devices, vital body functions.*