
Клиническая медицина

УДК 616-08-07

DOI 10.52246/1606-8157_2022_27_4_23

ТЕХНОЛОГИЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК В КАРДИОРЕАБИЛИТАЦИИ

И. Е. Мишина¹, доктор медицинских наук,
Ю. В. Довгалюк¹, кандидат медицинских наук,
В. Р. Марковнин¹, кандидат медицинских наук,
Т. В. Михайловская¹, кандидат медицинских наук,
А. А. Гудухин¹, кандидат медицинских наук,
О. А. Назарова¹, доктор медицинских наук

¹ ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, 153012, Россия, г. Иваново, Шереметевский просп, д. 8

РЕЗЮМЕ *Цель* – разработать технологию дистанционного контроля физических тренировок (ФТ) для пациентов, проходящих реабилитацию после острого инфаркта миокарда (ОИМ).

Материал и методы. При сотрудничестве ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, ООО «Дистанционная медицина» (г. Москва) и ООО «Нейрософт» (г. Иваново) разработана технологическая модель и методическое обеспечение телемедицинской системы (ТМС), реализованные в виде компьютерной программы, а также прибор для дистанционного контроля ФТ.

Результаты и обсуждение. Разработанная ТМС «Аккордикс» состоит из кардиорегистратора, системы передачи сигнала и центра дистанционного мониторинга. Система осуществляет дистанционную запись электрокардиограммы (ЭКГ) во время движения, анализ ЭКГ и частоты сердечных сокращений (ЧСС), фиксирует нежелательные реакции на тренировку в реальном времени и автоматически подает сигнал об остановке или снижении интенсивности нагрузки. Апробация ТМС проведена на 12 пациентах, проходивших курс реабилитации после ОИМ.

Таким образом, продемонстрирована возможность при индивидуальных ФТ программировать контрольные точки нагрузки, контролировать их достижение, регистрировать выход пульса за пределы рекомендованного диапазона. Система может использоваться как в лечебном учреждении, так и в амбулаторном режиме.

Ключевые слова: кардиореабилитация, реабилитация больных острым инфарктом миокарда, физические тренировки, дистанционный мониторинг физических тренировок.

* Ответственный за переписку (corresponding author): mishina-irina@mail.ru

Современные достижения телемедицины позволяют врачам и другим медицинским работникам проводить мониторинг состояния пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями дистанционно. С позиции пациентов, главное преимущество телемедицинских технологий –

повышение доступности медицинской помощи, особенно в условиях, в которых ранее это было затруднительно. По данным European Cardiac Rehabilitation Inventory Survey, менее 20 % пациентов, перенесших ОИМ, не участвуют в стандартных амбулаторных программах карди-

ореабилитации (КР), так как этому препятствует множество факторов: транспортные проблемы, гиподинамия и отсутствие желания покидать дом, тревожно-депрессивные расстройства, сложность включения амбулаторных посещений в повседневную жизнь и т. д. Исследования, посвященные использованию телемедицинских технологий в КР, немногочисленны.

Цель настоящего исследования – разработать технологию дистанционного контроля ФТ для пациентов, проходящих реабилитацию после ОИМ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на базе ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России совместно с ООО «Нейрософт» (г. Иваново), а также в рамках договора о сотрудничестве с ООО «Дистанционная медицина» (г. Москва) «Разработка медицинских услуг по консультированию и наблюдению больных после острого инфаркта миокарда в период кардиореабилитации с применением телемедицинских технологий».

В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) определить востребованность телемедицинских технологий и возможности пациентов по их реализации,
- 2) разработать технологическую модель дистанционного ЭКГ-сопровождения КР,
- 3) создать и апробировать прибор для дистанционного контроля ФТ в ходе КР.

Технологическая модель и методическое обеспечение ТМС созданы на кафедре госпитальной терапии ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России и реализованы в виде компьютерной программы силами ООО «Нейрософт».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка пациентами востребованности телемедицинской системы.

Проведено анкетирование 62 жителей г. Иванова и Ивановской области, перенесших ОКС [2]. Из них доступ к сети Интернет имел 71 % (в городе – 74,1 %, на селе – 67,7 %), 64 % умели

пользоваться Интернетом (70,9 и 58,1 % соответственно). Только 16,1 % горожан и 9,7 % сельских жителей выразили готовность участвовать в дистанционных программах реабилитации. На основании полученных данных можно сделать вывод о необходимости совершенствования способов технической поддержки реабилитационных программ и повышения информированности и обучения пациентов работе с мобильными устройствами и регистраторами, которые оптимально проводить в период пребывания больного в специализированном или кардиореабилитационном стационаре.

Разработка технологической модели дистанционного ЭКГ-сопровождения кардиореабилитации.

В ходе выполнения данного исследования разработана и апробирована ТМС «Аккордикс», предназначенная для дистанционной записи и анализа ЭКГ и ЧСС. В последующем система была зарегистрирована на территории Российской Федерации и допущена к применению в медицинской практике (ПУ № РЗН 2021/14150, срок действия не ограничен). Система состоит из кардиорегистратора, системы передачи сигнала и центра дистанционного мониторинга.

Кардиорегистратор с помощью электродной системы осуществляет запись физиологических параметров, данные по Bluetooth-соединению передаются в мобильное устройство и анализируются с помощью программного обеспечения «Аккордикс эпп». Результаты расчета передаются из смартфона в портал, используя подключение к сети Интернет. Портал принимает данные и сохраняет их на сервере. Специалист центра дистанционного мониторинга наблюдает изменение ЧСС, частоты дыхания, темпа движения, фиксирует нежелательные реакции на физические нагрузки (аритмические и ишемические события – «кардиособытия» в контексте ТМС) в режиме реального времени и отсроченно. Для регистрации ЭКГ могут использоваться одnorазовые электроды. Кроме того, для удобства пациента создана многоцветная электродная система (жилет с индивидуальной подгонкой места фиксации электродов). При апробации используемое оборудование и способ крепления электродов продемонстрировали устойчивую качественную регистрацию ЭКГ.

Разработанный ЭКГ-регистратор отвечает современным требованиям: имеет минимум кнопок (вкл./выкл., стоп/старт); разъем для подключения электродов и data-кабеля. При разработке ТМС с учетом самостоятельного её использования пациентом предусмотрена функция оценки правильности наложения электродов и качества получаемого сигнала ЭКГ, проверка наличия сотовой связи. Важными преимуществами разработанного устройства стали: запись ЭКГ не только в покое, но и во время движения, уведомление о неверно наложенных электродах, плохом качестве ЭКГ, недоступности сигнала сотовой связи, сигнала со спутников GPS; напоминание выключить регистратор (или его автоматическое отключение по времени бездействия). При разработке системы, учитывая специфические задачи её функционирования, предусмотрена опция индивидуализированного программирования параметров под пациента – определение пульсовых зон, установление контрольных точек ФТ (рекомендуемый диапазон ЧСС, длительность ФТ), фиксация выхода показателей за установленные пределы.

Важными свойствами с точки зрения контроля безопасности ФТ является также фиксация наступления нежелательных реакций на тренировку (кардиособытий) сразу после их регистрации (автоматический сигнал остановки ФТ, подаваемый с сервера). Данные о кардиособытии передаются на сервер в режиме online (30 с), данные с параметрами во время ФТ – по её окончании (raw ECG, GPS-трека). Разработчиками заложена возможность передачи raw-данных в режиме online по запросу с сервера. Дистанционный центр мониторинга принимает данные с блока управления и обработки, регистрирует тренировки, кардиособытия, автоматически отправляет реакцию на события на телефон пользователя (есть возможность пометить событие как ложное срабатывание). Полученная полная запись данных тренировки оформляется в виде отчета, есть возможность демонстрации ЭКГ, редактирования настроек пациента и режима тренировок с сервера. Приверженность пациента выполнению ФТ и соблюдение заданного режима ФТ подтверждается регулярностью измерений, установленной лечащим врачом.

Апробация телемедицинской системы «Аккордикс» проведена в отделении реабилитации соматических больных клиники ИвГМА (третий этап КР) на 12 пациентах в возрасте 35–75 лет с подтвержденным диагнозом ОИМ (не более 28 дней с момента начала заболевания). Все больные прошли обследование в соответствии со стандартом оказания медицинской помощи на третьем этапе КР, включая определение толерантности к физическим нагрузкам по данным ВЭМ и/или теста с шестиминутной ходьбой. В ходе дистанционной КР пациенты ежедневно вели дневник с фиксацией самочувствия, количества приступов стенокардии и потребности в нитроглицерине. Ежедневно два раза в день (утром и вечером) пациенты регистрировали ЧСС и АД, значения которых в последующем вводились в программу мониторинга основных параметров состояния здоровья. ФТ (тренировочная ходьба в заданном темпе, рассчитанном на основании нагрузочных тестов, групповые занятия лечебной физкультурой, тренировки на кардиотренажерах) проводились три раза в неделю (понедельник, среда, пятница) с ЭКГ-контролем.

Для осуществления дистанционного наблюдения определены контролируемые клинические и ЭКГ-параметры безопасности ФТ: выделены параметры, которые требуют немедленной остановки тренировки («красная» зона); события, не требующие остановки тренировки, но требующие уменьшения её интенсивности («желтая» зона), а также параметры, не требующие остановки или коррекции интенсивности тренировки («зеленая» зона).

Преимуществами разработанной ТМС является программирование индивидуальных параметров, в том числе контрольных точек нагрузки, при проведении индивидуальных ФТ, контроль достижения сигнальных точек, выхода пульса за пределы рекомендованной зоны, информирование о нежелательных реакциях на физические нагрузки (аритмических и ишемических событиях) в реальном времени, возможность использования системы как в условиях стационара, так и в амбулаторном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудухин А.А., Самойлов А.С., Ходякова Е.П., Приходько Е.П., Корнилов Л.Я., Чуприна С.Е. Готовность пациентов, перенесших острый коронарный синдром и коронарную реваскуляризацию, к участию в программах кардиореабилитации. Вестник восстановительной медицины. 2020;3(97):40-44.
2. Рачкова С.А., Орлов Р.Б., Ткачева О.Д., Румянцева В.О. Готовность пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда, к участию в программах телемедицинской кардиореабилитации. Вестник Ивановской медицинской академии. 2018;23(4):47.
3. Мишина И.Е., Гудухин А.А., Сарана А.М., Уразов С.П. Анализ современной практики применения дистанционных форм медицинских консультаций и диспансерного наблюдения пациентов с ишемической болезнью сердца (обзор литературы). Кардиосоматика. 2019;10(1):42-50.
4. Мишина И.Е., Довгалиук Ю.В., Марковнин В.Р., Гудухин А.А., Михайловская Т.В. Телемониторинг в кардиореабилитации: актуальность и новые возможности. Российский кардиологический журнал. 2021;26(S6):36-37.

THE TECHNOLOGY OF REMOTE MONITORING OF PHYSICAL TRAINING IN CARDIOREHABILITATION

I. E. Mishina, Yu. V. Dovgaliuk, V. R. Markovnin, T. V. Mikhailovskaya, A. A. Gudukhin, O. A. Nazarova

ABSTRACT Objective – to develop the technology of remote monitoring of physical training (PT) for patients who undergo rehabilitation after acute myocardial infarction (AMI).

Material and methods. Ivanovo State Medical Academy in collaboration with “Remote medicine” LLC (city of Moscow) and “Neurosoft» LLC (city of Ivanovo) developed technological model and methodical support of telemedicine system (TMS) implemented in the form of a computer program, and the device for remote monitoring of PT.

Results and discussion. The developed «Accordix» TMS consists of cardioregistrator, signal transmission system and remote monitoring center. This system performs remote electrocardiogram (EC) recording during motion, ECG and heart rate (HR) analysis. It fixates unfavorable reactions to training in real time and automatically gives a signal about stopping or reducing the intensity of the load. TMS approbation is performed in 12 patients who undergo rehabilitation course after AMI.

So the opportunity of the programming of load control points, the monitoring of their achievement, the registration of the output of the pulse outside the recommended range is demonstrated. The system may be used both in medical facility and in outpatient treatment.

Key words: cardiorehabilitation, rehabilitation in patients with acute myocardial infarction, physical training, remote monitoring of physical training.