

Кардиореабилитация с телемедицинским сопровождением: контролируемое когортное клиническое исследование

И.Е. Мишина^{1,2}, Е.В. Берёзина¹, К.А. Блинова^{1✉}, xenny7@yandex.ru, А.С. Парфенов¹, О.В. Лебедева³, О.В. Хорошилова³, А.А. Гудухин², М.В. Жабурина¹, Ю.В. Довгалак¹

¹ Ивановский государственный медицинский университет; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 8

² Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

³ Кардиологический диспансер; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 22

Резюме

Введение. При традиционном методе кардиореабилитации (КР) рекомендуется продолжение физических тренировок в домашних условиях, но многие пациенты не выполняют данные назначения, и эффективность программы реабилитации снижается. Благодаря применению телемедицинских технологий врач может удаленно контролировать состояние пациента, обеспечивая безопасность, эффективность проведения тренировок.

Цель. Апробировать способ организации телемедицинского сопровождения КР пациентов, перенесших инфаркт миокарда.

Материалы и методы. При проведении исследования 27 пациентам проводилась КР с телемедицинским сопровождением, а 26 – традиционно. Для оценки эффективности применения телемедицинских технологий в КР проводилась оценка результатов теста с шестиминутной ходьбой под контролем электрокардиограммы с помощью телемедицинской системы «Аккордикс» (ООО «Нейрософт», г. Иваново) до начала программы реабилитации и после нее.

Результаты. После окончания КР в группе пациентов с телемедицинским сопровождением при проведении теста с шестиминутной ходьбой были выявлены достоверные показатели прироста пройденной дистанции по сравнению с результатами пациентов контрольной группы (72 [52; 99,5] м vs 45 [0,75; 51] м; $p < 0,05$), восстановления толерантности к физической нагрузке (отношение пройденной дистанции к должной 15 [11,5; 18,5]% vs 3 [-1,75; 8,75]%; $p < 0,05$), а также увеличения времени нахождения пульса в тренировочном коридоре (15% vs 0,04%; $p < 0,05$). Также у пациентов группы телемедицинской КР количество тренировок было значимо больше (14,5 [12,5; 17] vs 8,5 [4,5; 11,5]; $p < 0,05$).

Выводы. Представленный способ проведения КР с использованием телемедицинских технологий показал большую эффективность по сравнению с традиционным подходом. Регистрируемые при помощи ЭКГ изменения анализируются телемедицинской системой, обеспечивая контроль и безопасность физической нагрузки. Пациенту использование телемедицинских технологий позволяет уменьшить страх повторного инфаркта миокарда и повысить приверженность к КР.

Ключевые слова: телемедицинские технологии, тест с шестиминутной ходьбой, физические тренировки, ЭКГ-контроль, инфаркт миокарда

Благодарности. Исследование было проведено в рамках выполнения государственного задания для ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ «Дистанционный кардиомониторинг в медицинской реабилитации» (SLFW-2024-0022), номер государственного учета в ЕГИСУ НИОКТР 124031100012-3.

Для цитирования: Мишина ИЕ, Берёзина ЕВ, Блинова КА, Парфенов АС, Лебедева ОВ, Хорошилова ОВ, Гудухин АА, Жабурина МВ, Довгалак ЮВ. Кардиореабилитация с телемедицинским сопровождением: контролируемое когортное клиническое исследование. *Медицинский совет.* 2024;18(23):27–34. <https://doi.org/10.21518/ms2024-474>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Telemedicine-assisted cardiac rehabilitation: A controlled cohort clinical trial

Irina E. Mishina^{1,2}, Elena V. Berezina¹, Ksenia A. Blinova^{1✉}, xenny7@yandex.ru, Alexander S. Parfenov¹, Olga V. Lebedeva³, Olga V. Khoroshilova³, Anton A. Gudukhin², Maria V. Zhaburina¹, Yuri V. Dovgaluk¹

¹ Ivanovo State Medical University; 8, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia

² Saint Petersburg State University; 7–9, Universitetskaya Emb., St Petersburg, 199034, Russia

³ Cardiology Dispensary; 22, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia

Abstract

Introduction. The traditional method of cardiac rehabilitation (CR) recommends continuing physical training at home, but many patients do not follow these instructions and the effectiveness of the rehabilitation program decreases. Thanks to the use of telemedicine technologies, the doctor can remotely monitor the patient's condition, ensuring the safety and effectiveness of training.

Aim. To test the method of organizing telemedicine support for CR of patients who have suffered a myocardial infarction.

Materials and methods. During the study, 27 patients underwent CR with telemedicine support, and 26 patients underwent traditional CR. To assess the effectiveness of using telemedicine technologies in CR, the results of the six-minute walk test under the control of an electrocardiogram were assessed using the Accordix telemedicine system (Neurosoft LLC, Ivanovo) before and after the rehabilitation program.

Results. After the end of the CR, in the group of patients with telemedicine support, during the six-minute walk test, reliable indicators of an increase in the distance covered were revealed compared to the results of patients in the control group (72 [52; 99.5] m vs. 45 [0.75; 51] m, $p < 0.05$), restoration of tolerance to physical activity (the ratio of the distance covered to the expected 15 [11.5; 18.5]% vs. 3 [-1.75; 8.75]%, $p < 0.05$), as well as an increase in the time the pulse stays in the training corridor (15% vs. 0.04%, $p < 0.05$). Also, in patients in the telemedicine CR group, the number of workouts was significantly higher (14.5 [12.5; 17] vs. 8.5 [4.5; 11.5], $p < 0.05$).

Conclusion. The presented method of conducting CR using telemedicine technologies has shown greater efficiency compared to the traditional approach. Changes recorded using ECG are analyzed by the telemedicine system, ensuring control and safety of physical activity. The use of telemedicine technologies allows the patient to reduce the fear of repeated myocardial infarction and increase adherence to CR.

Keywords: telemedicine technologies, six-minute walk test, physical training, ECG monitoring, myocardial infarction

Acknowledgments. This study was conducted within the framework of the state assignment for the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ivanovo State Medical University "Remote Cardiac Monitoring in Medical Rehabilitation" (SLFW-2024-0022), state registration number in the Unified State Register of Scientific and Technical Work 124031100012-3.

For citation: Mishina IE, Berezina EV, Blinova KA, Parfenov AS, Lebedeva OV, Khoroshilova OV, Gudukhin AA, Zhaburina MV, Dovgaluk YuV. Telemedicine-assisted cardiac rehabilitation: A controlled cohort clinical trial. *Meditsinskiy Sovet*. 2024;18(23):27–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-474>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Кардиологическая реабилитация (КР) за последние десятилетия превратилась в многопрофильное вмешательство, которое включает применение физических упражнений, психосоциальное консультирование, образовательную программу и немедикаментозную модификацию факторов риска. Основное предназначение КР – профилактика дальнейших сердечно-сосудистых событий и возвращение пациента к прежним социальным ролям и обязанностям [1, 2]. Участие в КР снижает смертность пациентов от всех причин на 32–35% [3, 4], смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) – на 26%, количество госпитализаций – на 23% [4, 5], улучшает прогноз [6] и качество жизни [7] и получило рекомендации класса IA в международных руководствах по лечению пациентов после перенесенных инфаркта миокарда, острого коронарного синдрома и операций на коронарных сосудах [8, 9].

Традиционная КР представляет собой исторически обоснованный подход к восстановлению привычного образа жизни пациентов с ССЗ [10]. При постоянном контакте с врачом пациент получает эмоциональную поддержку, комплексную оценку физического состояния и мгновенную обратную связь о своем состоянии [11]. Такой подход поощряет активное участие пациента в процессе лечения и способствует большей приверженности к участию в программе реабилитации в условиях стационара [12, 13].

В настоящее время широко применяется традиционная методика КР: при поступлении в отделение медицинской реабилитации пациенту подбирают оптимальную физическую нагрузку путем проведения ежедневных физических тренировок под контролем пульса или электрокардиограммы (ЭКГ) [14]. Врач-кардиолог или специалист

по лечебной физкультуре контролирует тренировочный процесс в режиме реального времени. Обычно продолжительность данного этапа составляет от 2 до 3 нед. в условиях круглосуточного или дневного стационара, за которые пациента обучают способам контроля самочувствия и интенсивности физической нагрузки.

После прохождения курса реабилитации пациенту даются рекомендации продолжать физические тренировки в домашних условиях [15]. В амбулаторно-поликлинических условиях он наблюдается врачом-кардиологом в плановом порядке или при появлении жалоб. Но без постоянной поддержки и наблюдения врача большинство пациентов прекращают тренировки, а при их нерегулярном проведении или отсутствии эффективность программы КР снижается [16].

КР с применением телемедицинских технологий является альтернативой кардиореабилитации, проводимой на базе реабилитационного центра. При ее проведении один или несколько модулей программы КР осуществляются в амбулаторных условиях с использованием носимых устройств и удаленной связи между членами мультидисциплинарной реабилитационной команды (МДПК) и пациентом.

КР с применением телемедицинских технологий представляет собой инновационный способ лечения, который позволяет врачу удаленно контролировать состояние здоровья пациента. В ранее описанных методиках проведения телереабилитации [17, 18] применялось дорогостоящее громоздкое оборудование (например, в системе SAPHIRE применялся велоэргометр с сенсорным экраном и беспроводными датчиками для регистрации ЭКГ, артериального давления и артериальной сатурации). В других исследованиях контроль жизненно важных параметров пациента (ЭКГ) происходил в покое [19], что

ограничивало возможность получить данные о состоянии здоровья пациента в режиме реального времени. Предлагаемый способ КР экономически доступен и прост в использовании, а также позволяет проводить ЭКГ-мониторинг во время проведения теста с шестиминутной ходьбой (ТШХ) и физических тренировок с регистрацией ишемии миокарда на ранних стадиях. Для пациента данный способ снижает необходимость частых посещений медицинского учреждения, что экономит время и снижает расходы, связанные с поездками на повторные приемы. Использование телемедицинских технологий позволяет расширять сферу услуг КР без увеличения нагрузки на медицинский персонал или использования дополнительных ресурсов [20, 21].

Интеграция традиционных подходов и удаленного мониторинга может оптимизировать результаты проводимого лечения для пациентов, сочетая преимущества традиционной реабилитации с удобством телемедицины.

Целью настоящего исследования являлась апробация способа организации телемедицинского сопровождения КР пациентов, перенесших острый коронарный синдром [22].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было выполнено контролируемое (сравнительное) когортное клиническое исследование, в которое были включены 53 пациента, перенесшие острый инфаркт миокарда (ИМ). Спустя 4–6 нед. после начала заболевания пациенты поступали на третий этап медицинской реабилитации, который проводился в условиях отделения дневного стационара ОБУЗ «Кардиологический диспансер» г. Иваново.

При поступлении в отделение КР всем пациентам было выполнено обследование, включающее сбор жалоб и анамнеза, физикальное исследование, а также выполнены оценка параметров тела (рост, вес, расчет индекса массы тела), контроль частоты сердечных сокращений (ЧСС) и уровня артериального давления (АД), уточнение наличия сопутствующей патологии терапевтического профиля. Также проводилось анкетирование по вопросам готовности к прохождению КР с применением телемедицинских технологий.

Всем обследованным до назначения программ физической реабилитации был проведен ТШХ под контролем электрокардиограммы с помощью официально зарегистрированной телемедицинской системы «Аккордикс» (ООО «Нейрософт», г. Иваново), которая в режиме реального времени обеспечивает дистанционный мониторинг и запись физиологических параметров в состоянии покоя и при физической нагрузке. ТШХ также проводился при завершении обучающего курса КР (промежуточный результат для определения коридора тренировочного пульса) и через 4 нед. после его окончания. Также все пациенты вели дневник для регистрации физических тренировок.

По результатам обследования и анкетирования были отобраны пациенты исследуемой группы, имеющие показания, а также готовые пройти программу КР с телемедицинским сопровождением (27 чел., 50,9%).

Предложенная программа телемедицинского сопровождения КР заключается в следующем: пациентам исследуемой группы при поступлении в амбулаторное отделение медицинской реабилитации проводились аэробные тренировки с использованием телемедицинской системы, лечебная физкультура, немедикаментозная коррекция модифицируемых факторов риска, консультации психолога в течение 14 дней. Перед началом программы реабилитации и перед выпиской осуществлялось нагрузочное тестирование, по результатам которого подбирался тренировочный пульс для проведения физических тренировок в течение 4 нед. в амбулаторных условиях. Данные пациентов передавались в телемедицинский центр, где при очной консультации врача-кардиолога назначался индивидуальный курс КР с учетом параметров тренировочного пульса пациента, а контрольные точки нагрузки вносились в систему «Аккордикс». Для проведения домашних тренировок в соответствии с индивидуальной программой КР под контролем ЭКГ пациенту выдавалось оборудование, включающее блок кардиорегистратора с комплектом одноразовых электродов или с многоразовой электродной системой, выполненной в виде жилета с индивидуальной подгонкой места фиксации электродов. Телемедицинская система позволяла в режиме реального времени проводить анализ и автоматическую обработку сигналов ЭКГ в процессе проведения амбулаторных тренировок пациентом, контролировать достижение пациентом контрольных точек интенсивности физической нагрузки. Пациентов обучали проводить физические тренировки с контролем пульса в пределах тренировочного коридора, а также оценивать воспринимаемое напряжение в период физической активности по шкале Борга (от 6 до 20). Если пульс был ниже или выше указанных значений, пациент получал предупреждение (в виде вибрации аппарата и текстового сообщения) о том, что необходимо уменьшить нагрузку или немедленно прервать выполнение упражнений, что позволяло обеспечить безопасность физических тренировок и повысить их эффективность. Обучение оценке субъективных ощущений, чувства физического стресса, усилий и усталости осуществлялось с целью выработки умения контролировать интенсивность выполняемой нагрузки в дальнейшем, без использования системы «Аккордикс». У врача была возможность контролировать реакцию сердечно-сосудистой системы при непосредственном проведении тренировок (синхронный режим) либо оценить изменения ЭКГ в удобное время (асинхронный режим). Также в процессе проведения тренировок проводилось информирование пациента о нежелательных реакциях. Через 4 нед. по завершении программы КР при помощи телемедицинских технологий для оценки ее эффективности проводилось нагрузочное тестирование.

Пациенты контрольной группы (26 чел., 49,1%) проходили стандартную программу КР в условиях амбулаторного реабилитационного отделения, также включающую лечебную физкультуру, программу контролируемой ходьбы, немедикаментозную коррекцию модифицируемых факторов риска, консультации психолога в течение 2 нед.

В дальнейшем пациентам давались рекомендации о продолжении физических тренировок с контролем индивидуально определенного тренировочного пульса без дальнейшего дистанционного сопровождения на протяжении 1 мес. Для корректного сравнения результатов исследования пациентам контрольной группы проводилось нагрузочное тестирование при помощи системы «Аккордикс».

Также при прохождении программы КР пациенты контрольной группы отмечали количество пройденных самостоятельно тренировок и время, затраченное на каждую из них. У пациентов группы вмешательства эту информацию можно было получить из протоколов телемедицинской системы.

Толерантность к физической нагрузке пациентов обеих групп оценивалась по процентному соотношению пройденной во время ТШХ дистанции к показателю должного (расчетного) значения.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Statistica 12.0. Результаты представлены в виде сравнения абсолютных и относительных (%) величин. Для описания количественных признаков при их непараметрическом распределении рассчитывали медиану и интерквартильный размах (Ме [25%; 75%]). Для сравнения центральных тенденций использовали критерий Манна – Уитни (U-тест). Сравнение качественных параметров данных выполнялось путем составления таблиц сопряженности и расчета критерия согласия Пирсона χ^2 . Результаты статистических тестов принимались значимыми на уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациенты исследуемой и контрольной групп не отличались по возрасту ($64,04 \pm 8,2$ vs $61,46 \pm 11,1$ года), в обеих группах преобладали мужчины (23 чел. (85,1%) vs 25 чел. (96,2%)). По величине индекса массы тела (ИМТ) у пациентов, выбравших КР при помощи телемедицинских технологий, достоверно чаще встречалось ожирение (13 чел. (48%) vs 7 чел. (28%); $p < 0,05$).

Пациенты, отдавшие предпочтение программе КР при помощи телемедицинских технологий, чаще жили в районном городе или селе (24 чел. (88,9%) vs 14 чел. (53,8%); $p < 0,05$), а пациенты, выбравшие традиционную форму прохождения КР, чаще жили в непосредственной близости от реабилитационного центра (11,1% и 46,2% соответственно; $p < 0,05$).

Медиана исходных результатов ТШХ, полученная до начала программ КР, была достоверно меньше у пациентов исследуемой группы (356 [325; 427] м) против контрольной группы (390 [337; 411] м) ($p < 0,05$). После окончания программы у пациентов, сделавших выбор в пользу КР с применением телемедицинских технологий, выявлено достоверное увеличение пройденной дистанции с 356 [325; 427] м до 448 [378; 517,5] м ($p < 0,05$). Прирост дистанции, пройденной во время ТШХ пациентами исследуемой группы, являлся статистически значимым по сравнению с данными пациентов контрольной группы (72 [52; 99,5] м vs 45 [0,75; 51] м; $p < 0,05$) (рис. 1), что, по

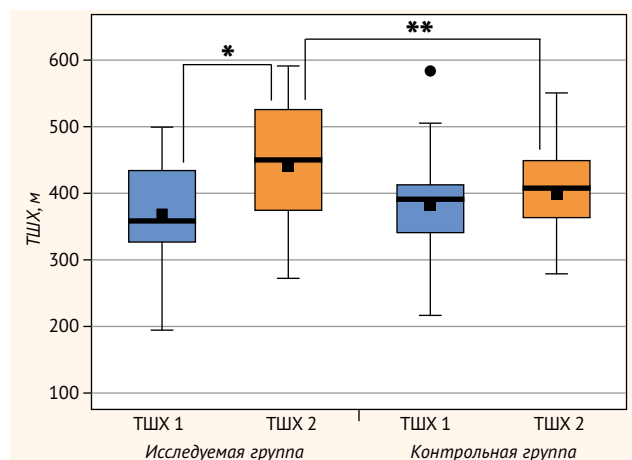
данным V. Gremeaux et al. [23], является также клинически значимым результатом.

Повышение толерантности к физической нагрузке пациентов основной группы приблизило их к показателю должного (расчетного) значения дистанции, пройденной во время ТШХ, значимо больше пациентов группы контроля (15 [11,5; 18,5]% vs 3 [-1,75; 8,75]%; $p < 0,05$) (рис. 2).

По результатам ТШХ в начале программы КР и после ее окончания у пациентов группы вмешательства было

● **Рисунок 1.** Значения дистанции, пройденной во время теста с шестиминутной ходьбой (ТШХ), у пациентов исследуемой и контрольной групп до начала программы (ТШХ 1) и после ее окончания (ТШХ 2)

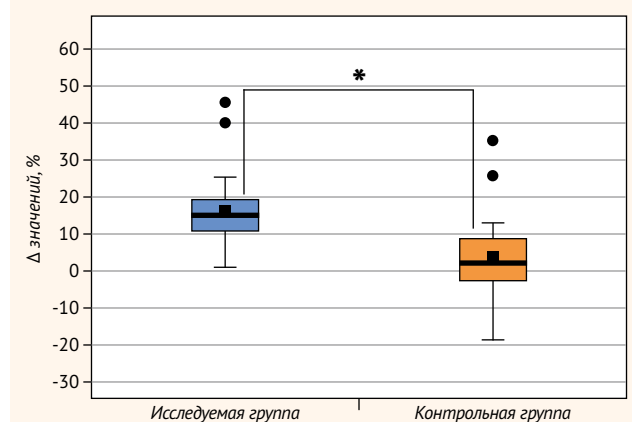
● **Figure 1.** Values of the distance covered in the 6-minute walk test (6MWT) in patients of the study group and the control group before starting (6MWT 1) and after completion of (6MWT 2) the program



Примечание. Статистическая значимость различий: * – значения дистанции, пройденной во время ТШХ, у пациентов исследуемой группы в начале и в конце программы КР, $p < 0,05$; ** – значения дистанции, пройденной во время ТШХ, у пациентов исследуемой и контрольной групп в конце программы КР, $p < 0,05$.

● **Рисунок 2.** Разница значений пройденной во время теста с шестиминутной ходьбой дистанции по отношению к должной до начала программы и после ее окончания у пациентов исследуемой и контрольной групп

● **Figure 2.** Difference in the values of the distance covered in the 6-minute walk test with respect to the reference distance before starting and after completion of the program in patients of the study group and the control group



Примечание. Статистическая значимость различий: * – разницы значений пройденной во время ТШХ дистанции по отношению к должной в начале и в конце программы КР, $p < 0,05$.

выявлено увеличение времени удержания пульса в тренировочном коридоре, что подчеркивает результативность обучающего компонента телемедицинской системы «Аккордикс» (таблица).

Медиана значений удержания ЧСС в зоне тренировочного коридора во время физической нагрузки у пациентов, проходивших КР с телемедицинским сопровождением, составила 87,2% [67,7; 100] при среднем темпе 81,6 [65,3; 94,7] шагов в минуту, что говорит о высокой эффективности проводимых тренировок.

При этом во время повторной ТШХ в группе ЧСС-контролируемых тренировок прирост времени нахождения пульса в зоне тренировочного коридора составил 15% и оказался достоверно выше по сравнению с группой контроля, где этот показатель составил 0,04% ($p < 0,05$), что подтверждает повышение способности пациентов основной группы самостоятельно поддерживать физическую нагрузку на заданном тренировочном уровне.

За все время проведения тренировок у пациентов исследуемой группы 2 раза были выявлены единичные желудочковые экстрасистолы, которые были зарегистрированы при помощи ЭКГ и не потребовали врачебного вмешательства. У пациентов контрольной группы жалоб при проведении физических тренировок не было.

Медиана количества тренировок у пациентов, проходящих КР по традиционной методике, составила 8,5 [4,5; 11,5], тогда как у пациентов группы телемедицинской КР она составила 14,5 [12,5; 17] ($p < 0,05$), что доказывает влияние дистанционного контроля врача на повышение приверженности пациентов к проведению физических упражнений. Значимых отличий во времени проведения тренировок у пациентов обеих групп обнаружено не было (исследуемая группа 32 [23,5; 36,5] мин, контрольная группа 25 [15,5; 30] мин).

ОБСУЖДЕНИЕ

Физические тренировки доказанно способствуют увеличению функциональных возможностей организма и являются одним из основных компонентов КР. При этом основной задачей, стоящей перед специалистом, составляющим индивидуальную программу физической реабилитации, является подбор не только эффективной, но и безопасной для пациента физической нагрузки, которая не вызовет нежелательных кардиособытий. В представленном сравнительном клиническом исследовании была протестирована модель КР с применением телемедицинских технологий, которая позволяет проводить

ЭКГ-контролируемые тренировки в домашних условиях. Врач-кардиолог имеет возможность удаленно в режиме реального времени наблюдать и контролировать проведение тренировки, а пациент обучается самоконтролю ее эффективности и безопасности. Это особенно актуально для пациентов, которые склонны переоценивать свои физические возможности, забывая о перенесенном заболевании [24, 25].

Кроме того, предложенный способ имеет еще ряд преимуществ. В исследовании N. Serves et al. [25] показано, что пациенты после ИМ не всегда готовы к продолжению тренировок и сохранению физической активности в домашних условиях. Поэтому дистанционное сопровождение (в режиме онлайн и офлайн) при помощи системы «Аккордикс» обеспечивает контроль физической активности пациентов и может способствовать изменению их образа жизни в дальнейшем, повышая мотивацию к продолжению регулярных безопасных физических нагрузок [26, 27]. Это подтверждает систематический обзор, выполненный R.J. Thomas et al. [28], где рассматриваются преимущества и недостатки проведения КР при синхронной и асинхронной коммуникации. Термин «асинхронная коммуникация» авторы относят к модели КР, в которой пациент и врач общаются в запланированное время, а физические упражнения пациент выполняет самостоятельно. Данный подход часто технологически проще и позволяет пациенту планировать тренировки в удобное время. Однако он не позволяет пациенту получить обратную связь и контроль за выполнением тренировки в режиме реального времени. При «синхронной коммуникации» общение и физические тренировки происходят в реальном времени, когда пациент активно выполняет упражнения. Данная модель обычно более трудоемкая и дорогостоящая, требует от пациента проведения тренировки в доступное для врача время. Но она обеспечивает пациенту чувство безопасности благодаря постоянному контролю в режиме реального времени во время тренировок, а также способствует повышению приверженности к КР. Предложенный способ КР [22] может проводиться в синхронном и асинхронном режимах, позволяя пациенту и врачу выбрать наиболее удобный вариант проведения медицинской реабилитации, сочетая их преимущества.

Представленный способ относится к гибридной форме проведения КР [29, 30], так как первоначально обучение и тренировки пациентов проводились на базе реабилитационного центра, а затем данные передавались врачам телемедицинского отдела. По данным B. Heindl et al. [31], гибридная форма способствует повышению

● **Таблица.** Время удержания частоты сердечных сокращений при проведении теста с шестиминутной ходьбой у обследованных пациентов

● **Table.** Heart rate maintenance time in the 6-minute walk test in the examined patients

Регистрируемые параметры		Исследуемая группа (n = 27) Me [25%; 75%]	Контрольная группа (n = 26) Me [25%; 75%]
Время удержания ЧСС при проведении ТШХ в тренировочном коридоре (% от времени проведения)	до начала программы КР	56,1 [38,5; 86]	60,5 [39,1; 90,5]
	после окончания программы КР	80 [54,3; 100]*	64 [45,5; 92,6]

Примечание. Статистическая значимость различий: * – разницы значений времени удержания ЧСС в тренировочном коридоре до и после начала программы КР, $p < 0,05$.

приверженности пациентов к продолжению КР и менее экономически затратна по сравнению с традиционным способом.

Полученные результаты дают основание полагать, что данный способ проведения КР показывает большую эффективность по сравнению с традиционным ведением пациентов. Увеличение пройденной во время ТШХ дистанции у пациентов, проходивших курс КР с применением телемедицинских технологий, оказалось статистически значимым по сравнению с результатами у пациентов, принимавших участие в традиционной КР. Также пациенты в процессе тренировок научились лучше контролировать ЧСС в пределах тренировочного коридора.

ВЫВОДЫ

Представленный способ проведения КР при помощи телемедицинских технологий показал большую эффективность по сравнению с традиционным подходом в КР, что подтверждается статистически значимым увеличением дистанции ТШХ, достаточно быстрым и безопасным повышением толерантности к физической нагрузке.

Он дает возможность обучить пациента самоконтролю при проведении тренировок, делая их более эффективными. Врач и пациент могут выбрать удобный вариант программы КР – самостоятельное проведение тренировок пациентом или реализацию их с онлайн-контролем со стороны врача. Регистрируемые при помощи ЭКГ изменения анализируются телемедицинской системой, обеспечивая контроль и безопасность физической нагрузки, позволяя врачу при появлении нежелательных изменений на ЭКГ скорректировать ее в режиме реального времени. Пациенту использование телемедицинских технологий позволяет уменьшить страх повторного инфаркта миокарда и повысить приверженность к длительным программам КР, обеспечивая безопасность повышения интенсивности физической нагрузки на ранних этапах КР одновременно с обучением пациента контролю их интенсивности и переносимости, который в дальнейшем будет необходим в ходе продолжения физических тренировок без мониторингирования ЭКГ.

Поступила / Received 30.09.2024
Поступила после рецензирования / Revised 17.10.2024
Принята в печать / Accepted 21.10.2024

Список литературы / References

- Khadanga S, Savage P, Keteyian S, Yant B, Gaalema D, Ades P. Cardiac rehabilitation: the gateway for secondary prevention. *Heart*. 2024;heart-jnl-2023-323152. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2023-323152>.
- Antoniou V, Kapreli E, Davos CH, Batalik L, Pepera G. Safety and long-term outcomes of remote cardiac rehabilitation in coronary heart disease patients: A systematic review. *Digit Health*. 2024;10:20552076241237661. <https://doi.org/10.1177/20552076241237661>.
- Eijlsvogels TMH, Maessen MFH, Bakker EA, Meindersma EP, van Gorp N, Pijnenburg N et al. Association of cardiac rehabilitation with all-cause mortality among patients with cardiovascular disease in the Netherlands. *Jama Netw Open*. 2020;3(7):e2011686. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.11686>.
- Salzwedel A, Jensen K, Rauch B, Doherty P, Metzendorf MI, Hackbusch M et al. Effectiveness of comprehensive cardiac rehabilitation in coronary artery disease patients treated according to contemporary evidence-based medicine: Update of the Cardiac Rehabilitation Outcome Study (CROS-II). *Eur J Prev Cardiol*. 2020;27(16):1756–1774. <https://doi.org/10.1177/2047487320905719>.
- Yant B, Kromer L, Savage PD, Khadanga S, Ades PA, Gaalema DE. Financial incentives and case management to improve cardiac rehabilitation participation among patients with lower socio-economic status: Rationale and protocol for a randomized controlled trial. *Contemp Clin Trials*. 2023;129:107174. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2023.107174>.
- Dibben GO, Faulkner J, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Zwisler A, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: a meta-analysis. *Eur Heart J*. 2023;44(6):452–469. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac747>.
- Bauer TM, Yaser JM, Daramola T, Mansour AI, Ailawadi G, Pagani FD et al. Cardiac Rehabilitation Reduces 2-Year Mortality After Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg*. 2023;116(5):1099–1105. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2023.05.044>.
- Economidou EC, Lianopoulou B, Soteriades S, Soteriades ES. Cardiac Rehabilitation Programs: Content, Effectiveness, Limitations, and Gaps in Knowledge. *Cardiol Rev*. 2024;32(2):157–161. <https://doi.org/10.1097/crd.0000000000000492>.
- Барбараш ОЛ., Дупляков ДВ, Затеищikov ДА., Панченко ЕП, Шахнович РМ, Явлов ИС и др. Острый коронарный синдром без подъема сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(4):4449. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4449>.
- Barbarash OL, Duplyakov DV, Zateyshchikov DA, Panchenko EP, Shakhnovich RM, Yavelov IS et al. 2020 Clinical practice guidelines for Acute coronary syndrome without ST segment elevation. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(4):4449. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4449>.
- Ullah A, Kumar M, Sayyar M, Sapna F, John C, Memon S et al. Revolutionizing Cardiac Care: A Comprehensive Narrative Review of Cardiac Rehabilitation and the Evolution of Cardiovascular Medicine. *Cureus*. 2023;15(10):e46469. <https://doi.org/10.7759/cureus.46469>.
- Lakušić N, Sopek Merkaš I. Quo vadis cardiac rehabilitation; the role of comprehensive cardiac rehabilitation in modern cardiology. *World J Cardiol*. 2023;15(12):627–632. <https://doi.org/10.4330/wjcv15.i12.627>.
- Knuuti J. 2019 Рекомендации ESC по диагностике и лечению хронического коронарного синдрома. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(2):3757. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-2-3757>.
- Knuuti J. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(2):3757. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-2-3757>.
- Аверков ОВ, Дупляков ДВ, Гиляров МЮ, Новикова НА, Шахнович РМ, Яковлев АН и др. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):4103. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4103>.
- Averkov OV, Duplyakov DV, Gilyarov MYu, Novikova NA, Shakhnovich RM, Yakovlev AN et al. 2020 Clinical practice guidelines for Acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):4103. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4103>.
- Valkenet K, Bor P, Reijneveld E, Veenhof C, Dronkers J. Physical activity monitoring during hospital stay: a validation study. *Disabil Rehabil*. 2022;45(3):449–454. <https://doi.org/10.1080/09638288.2022.2034995>.
- McDonagh STJ, Dalal H, Moore S, Clark CE, Dean SG, Jolly K et al. Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023;10(10):CD007130. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007130.pub5>.
- Li Z, Guo K, Yang Y, Shuai Y, Fan R, Li Y et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for patients with coronary heart disease: a systematic review and evidence mapping study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2024;60(2):361–372. <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.23.08165-0>.
- Каменская ОВ, Логинова ИЮ, Климова АС, Таркова АР, Найдёнов РА, Кретов ЕИ, Ломиворотов ВВ. Телемедицинские системы в кардиореабилитации: обзор современных возможностей и перспективы применения в клинической практике. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(6):3365. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3365>.
- Kamenskaya OV, Loginova IYu, Klinkova AS, Tarkova AR, Naidenov RA, Kretov EI, Lomivorotov VV. Telehealth in cardiac rehabilitation: a review of current applications and future prospects for practical use. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(6):3365. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3365>.

18. Кучинский ДЕ, Мельникова ПС. Телекардиореабилитация. Современные возможности и перспективы. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(57):51. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/oytwzc>. Kuchinsky DE, Melnikova PS. Telecardiorehabilitation. Modern possibilities and prospects. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(57):51. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/oytwzc>.
19. Schon C, Felismino A, de Sá J, Corte R, Ribeiro T, Bruno S. Efficacy of early cardiac rehabilitation after acute myocardial infarction: Randomized clinical trial protocol. *PLoS ONE*. 2024;19(1):e0296345. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300855>.
20. Keteyian SJ, Ades PA, Beatty AL, Gavic-Ott A, Hines S, Lui K et al. A Review of the Design and Implementation of a Hybrid Cardiac Rehabilitation Program: AN EXPANDING OPPORTUNITY FOR OPTIMIZING CARDIOVASCULAR CARE. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2022;42(1):1–9. <https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000634>.
21. Suebkinorn O, Ramos JS, Grace SL, Gebremichael LG, Bulamu N, Pinero de Plaza MA et al. Effectiveness of alternative vs traditional exercises on cardiac rehabilitation program utilization in women with or at high risk of cardiovascular disease: a systematic review protocol. *JB I Evid Synth*. 2024;22(2):281–291. <https://doi.org/10.11124/IBIES-22-00394>.
22. Мишина ИЕ, Довгало ЮВ, Марковнин ВР, Березина ЕВ. *Способ телемедицинского сопровождения кардиореабилитации*. Патент RU 2798779 С1, 27.06.2023. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/fmnvew>.
23. Gremeaux V, Troisgros O, Benaïm S, Hannequin A, Laurent Y, Casillas JM, Benaïm C. Determining the minimal clinically important difference for the six-minute walk test and the 200-meter fast-walk test during cardiac rehabilitation program in coronary artery disease patients after acute coronary syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(4):611–619. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.023>.
24. Luijk A, Mortensen SR, Hamborg TG, Zangger G, Ahler JR, Christensen J et al. The effectiveness of digital health interventions for the maintenance of physical activity following cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Digit Health*. 2024;10:20552076241286641. <https://doi.org/10.1177/20552076241286641>.
25. Serves N, Pazart L, Gabriel D, Mourot L, Ecartot F. Adherence to rehabilitation and home exercise after myocardial infarction: a qualitative study of expectations, barriers and drivers. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2023;15(1):98. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00714-3>.
26. Denton F, Waddell A, Kite C, Hesketh K, Atkinson L, Cocks M. et al. Remote maintenance cardiac rehabilitation (MAINTAIN): A protocol for a randomised feasibility study. *Digit Health*. 2023;9:20552076231152176. <https://doi.org/10.1177/20552076231152176>.
27. Owen O, O'Carroll V. The effectiveness of cardiac telerehabilitation in comparison to centre-based cardiac rehabilitation programmes: A literature review. *J Telemed Telecare*. 2024;30(4):631–646. <https://doi.org/10.1177/1357633X221085865>.
28. Thomas RJ, Petersen KE, Olson TP, Beatty AL, Ding R, Supervia M. Asynchronous and Synchronous Delivery Models for Home-Based Cardiac Rehabilitation: A scientific review. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2021;41(6):407–412. <https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000656>.
29. Naessens S, Van Mechelen M, Bliek ED, Vorlat A, Cock LD, Hens W. Effectiveness of a hybrid cardiac rehabilitation program: a comparative study with standard supervised exercise training. *Eur J Prev Cardiol*. 2024;31(Suppl. 1):zwae175.201. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwae175.201>.
30. Racodon M, Vanhove P, Bolpaire R, Masso P, Porrovecchio A, Secq A. Is hybrid cardiac rehabilitation superior to traditional cardiac rehabilitation? *Acta Cardiol*. 2023;78(7):773–777. <https://doi.org/10.1080/00015385.2023.2215610>.
31. Heindl B, Ramirez L, Joseph L, Clarkson S, Thomas R, Bittner V. Hybrid cardiac rehabilitation—The state of the science and the way forward. *Prog Cardiovasc Dis*. 2022;70:175–182. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2021.12.004>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – И.Е. Мишина, Берёзина Е.В.
 Концепция и дизайн исследования – И.Е. Мишина
 Написание текста – И.Е. Мишина, К.А. Блинова
 Сбор и обработка материала – О.В. Лебедева, О.В. Хорошилова, Ю.В. Довгало
 Обзор литературы – К.А. Блинова
 Анализ материала – Е.В. Берёзина, К.А. Блинова, М.В. Жабурина
 Статистическая обработка – Е.В. Берёзина, А.С. Парфенов, А.А. Гудухин
 Редактирование – И.Е. Мишина, К.А. Блинова
 Утверждение окончательного варианта статьи – И.Е. Мишина

Contribution of authors:

Concept of the article – Irina E. Mishina, Elena V. Berezina
 Study concept and design – Irina E. Mishina
 Text development – Irina E. Mishina, Ksenia A. Blinova
 Collection and processing of material – Olga V. Lebedeva, Olga V. Khoroshilova, Yuri V. Dovgaluk
 Literature review – Ksenia A. Blinova
 Material analysis – Elena V. Berezina, Ksenia A. Blinova, Maria V. Zhaburina
 Statistical processing – Elena V. Berezina, Alexander S. Parfenov, Anton A. Gudukhin
 Editing – Irina E. Mishina, Ksenia A. Blinova
 Approval of the final version of the article – Irina E. Mishina

Информация об авторах:

Мишина Ирина Евгеньевна, д.м.н., профессор, профессор кафедры госпитальной терапии, кардиологии и общей врачебной практики, Ивановский государственный медицинский университет; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 8; первый заместитель директора Медицинского института, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; <https://orcid.org/0000-0002-7659-8008>; mishina-irina@mail.ru
Берёзина Елена Владимировна, д.т.н., профессор, заведующая кафедрой физики, химии и математики, Ивановский государственный медицинский университет; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 8; <https://orcid.org/0000-0002-6958-0619>; elena_berezina@mail.ru
Блинова Ксения Александровна, к.м.н., ассистент кафедры онкологии и лучевой терапии, Ивановский государственный медицинский университет; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 8; <https://orcid.org/0000-0002-2896-8764>; xenny7@yandex.ru
Парфенов Александр Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры физики, химии и математики, Ивановский государственный медицинский университет; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 8; <https://orcid.org/0000-0002-5729-4121>; alsparf@gmail.com
Лебедева Ольга Владимировна, врач-кардиолог отделения профилактики и реабилитации, Кардиологический диспансер; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 22; <https://orcid.org/0009-0005-4754-3699>; ov_lebedeva@yandex.ru
Хорошилова Ольга Владимировна, врач-кардиолог поликлиники, Кардиологический диспансер; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 22; <https://orcid.org/0000-0003-0487-7697>; Kh.ow@yandex.ru

Гудухин Антон Александрович, к.м.н., заведующий ресурсным образовательным центром высоких медицинских технологий «Центр медицинских аккредитаций» Медицинского института, Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; <https://orcid.org/0000-0002-6169-2421>; esqulap72@mail.ru

Жабурин Мария Владимировна, к.м.н., доцент кафедры оториноларингологии и офтальмологии, Ивановский государственный медицинский университет; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 8; <https://orcid.org/0000-0003-4028-0708>; mari9065122928@mail.ru

Довгалюк Юрий Викторович, к.м.н., доцент, доцент кафедры госпитальной терапии, кардиологии и общей врачебной практики, Ивановский государственный медицинский университет; 153012, Россия, Иваново, Шереметевский проспект, д. 8; <https://orcid.org/0000-0001-9099-400X>; yuriy.d@mail.ru

Information about the authors:

Irina E. Mishina, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Hospital Therapy, Cardiology and General Medical Practice, Ivanovo State Medical University; 8, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; First Deputy Director of the Medical Institute, Saint Petersburg State University; 7–9, Universitetskaya Emb., St Petersburg, 199034, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-7659-8008>; mishina-irina@mail.ru

Elena V. Berezina, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Physics, Chemistry and Mathematics, Ivanovo State Medical University; 8, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6958-0619>; elena_berezina@mail.ru

Ksenia A. Blinova, Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Oncology and Radiation Therapy, Ivanovo State Medical University; 8, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2896-8764>; xenny7@yandex.ru

Alexander S. Parfenov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Physics, Chemistry and Mathematics, Ivanovo State Medical University; 8, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5729-4121>; alsparf@gmail.com

Olga V. Lebedeva, Cardiologist of the Department of Prevention and Rehabilitation, Cardiology Dispensary; 22, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; <https://orcid.org/0009-0005-4754-3699>; ov_lebedeva@yandex.ru

Olga V. Khoroshilova, Cardiologist of the Polyclinic, Cardiology Dispensary; 22, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0487-7697>; Kh.ow@yandex.ru

Anton A. Gudukhin, Cand. Sci. (Med.), Head of the Resource Educational Center of High Medical Technologies “Center for Medical Accreditations” of the Medical Institute, Saint Petersburg State University; 7–9, Universitetskaya Emb., St Petersburg, 199034, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6169-2421>; esqulap72@mail.ru

Maria V. Zhaburina, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Otolaryngology and Ophthalmology, Ivanovo State Medical University; 8, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-4028-0708>; mari9065122928@mail.ru

Yuri V. Dovgaluk, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Hospital Therapy, Cardiology and General Medical Practice, Ivanovo State Medical University; 8, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153012, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9099-400X>; yuriy.d@mail.ru