

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab646435>

Тест с шестиминутной ходьбой в кардиоонкорезабилитации: обзор

К.А. Блинова¹, И.Е. Мишина^{1, 2}, Г.Е. Иванова³, Е.Н. Копышева², А.К. Кострыгин¹,
А.С. Пугачева¹

¹ Ивановский государственный медицинский университет, Иваново, Россия;

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

При лечении рака молочной железы применяются лекарственные препараты, обладающие выраженной кардиотоксичностью. Одним из новых подходов к профилактике и лечению сердечной недостаточности и снижению толерантности к физической нагрузке у пациентов с раком молочной железы является кардиоонкорезабилитация. Проведение субмаксимальной пробы позволяет оценить переносимость физических нагрузок и эффективность проводимой реабилитации.

В данном обзоре изучены возможности применения теста с шестиминутной ходьбой и выполнена оценка эффективности программ кардиотренировок у пациентов с раком молочной железы при помощи анализа результатов рандомизированных клинических исследований.

Тест с шестиминутной ходьбой показал надёжность и валидность при проведении у онкологических пациентов, но на его результаты может влиять множество факторов.

Максимальную частоту сердечных сокращений, полученную в тесте с шестиминутной ходьбой, можно использовать при назначении интенсивности тренировок, а результаты пробы — для оценки эффективности программы реабилитации. Состояние здоровья в динамике можно оценивать с помощью пробы на моторизованной дорожке, а носимые медицинские устройства позволяют применять тест с шестиминутной ходьбой в дистанционной реабилитации. Необходимо проведение фактического тестирования с целью определения переносимости физических нагрузок: тест с шестиминутной ходьбой может использоваться для динамического контроля за состоянием здоровья пациенток как при проведении в классических условиях, так и на тредмиле.

Ключевые слова: кардиоонкорезабилитация; рак молочной железы; тест с шестиминутной ходьбой; кардиотренировки; назначение физических тренировок.

Как цитировать:

Блинова К.А., Мишина И.Е., Иванова Г.Е., Копышева Е.Н., Кострыгин А.К., Пугачева А.С. Тест с шестиминутной ходьбой в кардиоонкорезабилитации: обзор // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2025. Т. 7, № 1. С. 45–54. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab646435>

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab646435>

Six-minute walk test in cardio-oncology rehabilitation: a review

Ksenia A. Blinova¹, Irina E. Mishina^{1, 2}, Galina E. Ivanova³, Elena N. Kopysheva², Alexander K. Kostrygin¹, Anna S. Pugacheva¹

¹ Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russia;

² Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia;

³ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

ABSTRACT

Breast cancer treatment often involves drugs with significant cardiotoxicity. One of the novel approaches to preventing and managing heart failure and reduced exercise tolerance in patients with breast cancer is cardio-oncology rehabilitation. A submaximal exercise test allows for the assessment of physical load tolerance and the effectiveness of rehabilitation programs.

The aim of this review was to evaluate the feasibility of using the six-minute walk test for prescribing and assessing the effectiveness of cardiac training programs in patients with breast cancer through the analysis of randomized clinical trials. The six-minute walk test has demonstrated reliability and validity when performed in oncology patients, although its results may be influenced by numerous factors.

The maximum heart rate obtained during the six-minute walk test can be used to determine training intensity, and the test results can assess the effectiveness of rehabilitation programs. Changes in health status can be monitored using treadmill testing, while wearable medical devices enable the use of the six-minute walk test in remote rehabilitation. Actual testing is necessary to determine exercise tolerance: the six-minute walk test can be utilized for dynamic monitoring of patients' health both in conventional settings and on a treadmill.

Keywords: cardiooncorehabilitation; breast cancer; six-minute walk test; cardio training; exercise prescription.

To cite this article:

Blinova KA, Mishina IE, Ivanova GE, Kopysheva EN, Kostrygin AK, Pugacheva AS. Six-minute walk test in cardio-oncology rehabilitation: a review. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2025;7(1):45–54. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab646435>

Список сокращений

РМЖ — рак молочной железы
ТШХ — тест с шестиминутной ходьбой
ЧСС — частота сердечных сокращений

ВВЕДЕНИЕ

Рак молочной железы (РМЖ) в течение многих лет остаётся в Российской Федерации ведущим онкологическим заболеванием женского населения (22,5%) [1]. Повышение качества ранней диагностики и высокая эффективность новых методов противоопухолевого лечения привели к увеличению продолжительности жизни пациентов, но вместе с этим стал актуальным вопрос коррекции побочных эффектов проведённой терапии [2]. Одним из частых осложнений противоопухолевого лечения является кардиотоксичность [3, 4]. Антрациклины вызывают непосредственную гибель кардиомиоцитов, приводят к необратимому поражению миокарда, связанного в 4–36% случаев с дозой химиопрепарата и длительностью его применения. Препараты группы моноклональных антител (трастузумаб) в 2–15% случаев способствуют развитию обратимой дисфункции кардиомиоцитов, обусловленной митохондриальными и протеиновыми повреждениями в клетках миокарда и не зависящей от кумулятивной дозы препарата [5]. Лучевая терапия, особенно у пациентов с левосторонним РМЖ, вызывает псевдовоспалительные изменения эндотелиальных клеток и увеличивает продукцию свободных радикалов, что приводит к отсроченному повреждению миокарда [6].

В экспериментах на животных было доказано, что физические упражнения у грызунов снижают накопление доксорубина в миокарде, способствуют образованию стабилизирующих белков в кардиомиоцитах и защищают от кардиотоксичности, вызванной противоопухолевым лечением [7, 8]. В дальнейшем те же результаты были получены у добровольцев, выполняющих физические тренировки во время лечения антрациклинами [7].

В систематическом обзоре J.M. Scott и соавт. [9], где были проанализированы результаты 48 рандомизированных клинических исследований, было показано, что у пациентов с РМЖ низкая кардиореспираторная выносливость является сильным, независимым и модифицируемым фактором риска преждевременной смертности и увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Исследование M. Akyol и соавт. [10] установило, что у пациентов с РМЖ проявления кардиотоксичности зависят от имеющихся факторов риска её развития и наличия противоопухолевого лечения, при этом вид противоопухолевой терапии значимого влияния не оказывает.

Физические упражнения у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями являются ключевой терапевтической стратегией для вторичной профилактики

и повышения кардиореспираторной выносливости [11]. Кардиоонкологическая реабилитация на основе физических упражнений была предложена в качестве нового подхода к борьбе с развитием сердечной недостаточности и снижения толерантности к физической нагрузке у пациентов после противоопухолевого лечения [12].

При назначении физических упражнений пациентам с РМЖ необходимо определить их минимальную интенсивность, продолжительность и частоту, учитывая текущий уровень физической подготовки и общее состояние здоровья пациента. Кардиореспираторная выносливость оценивается при выполнении пациентом различных нагрузочных проб и выражается в максимальном потреблении кислорода (VO_{2max}) [13].

Нагрузочные пробы выполняются на эргометрах (велоэргометр или тредмил) и требуют максимального напряжения, а это означает, что участники подвергаются нагрузке с возрастающей интенсивностью до возникновения утомления, что часто плохо переносится онкологическими пациентами [14]. Выполнение таких тестов может давать неточные результаты у лиц, не привыкших к высокоинтенсивным упражнениям [15], и зависеть от индивидуальной мотивации [16]. Кроме того, такие пробы не всегда доступны в медицинских организациях на различных этапах лечения онкологического заболевания. Именно поэтому появились пробы с субмаксимальной нагрузкой, которые просты, недороги и достаточно точны, чтобы предоставить достоверную информацию о кардиореспираторной выносливости, из них для оценки функциональной переносимости физических упражнений, а также эффективности реабилитационных вмешательств среди различных категорий пациентов наиболее часто используется тест с шестиминутной ходьбой (ТШХ) [17].

В обзоре изучены возможности применения ТШХ для назначения физических упражнений и проведена оценка эффективности программ кардиотренировок у пациентов с РМЖ на основе анализа рандомизированных клинических исследований.

Методология поиска источников

Поиск проводился в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, PEDro, Google Scholar, по ключевым словам «тестирование с физической нагрузкой», «тест с шестиминутной ходьбой», «кардиотоксичность противоопухолевой терапии», «рак груди». Последний поиск осуществлялся 15 января 2025 года.

Всего на январь 2025 года отобрано 54 источника, из которых 15 (16,9%) составили систематические обзоры, 1 (1,1%) — клинические рекомендации Американского

общества клинической онкологии, 38 (42,7%) — рандомизированные клинические исследования. Статьи, описывающие применение ТШХ с целью подбора или оценки эффективности программы упражнений, были опубликованы в течение последних 15 лет. Выборка должна была включать пациенток, проходящих лечение РМЖ или завершивших его на момент вмешательства. Результат вмешательства оценивался по величине пройденной дистанции, максимальному потреблению кислорода ($VO_{2\text{пик}}$), параметрам оценки кардиореспираторной выносливости, наличию жалоб и клинических проявлений непереносимости физических нагрузок в ходе выполняемого теста.

ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА С ШЕСТИМИНУТНОЙ ХОДЬБОЙ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ, У ПАЦИЕНТОК С РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Настоящий обзор посвящён изучению возможности применения ТШХ при РМЖ для назначения физических упражнений и контроля эффективности программы кардиотренировок у пациенток с повышенным риском кардиотоксичности противоопухолевого лечения.

Согласно правилам проведения, ТШХ проводится в помещении, а именно в 30-метровом коридоре с двумя поворотными точками и маркерами каждые 3 м [18]. Испытуемым предлагается пройти как можно большее расстояние за 6 минут по твёрдой ровной поверхности, при этом основным результатом теста является пройденное расстояние. В многоцентровом ретроспективном наблюдательном исследовании D. Scutinicchio и соавт. [19] показано, что результат ТШХ имеет важное прогностическое значение у пациентов с лёгкой и умеренной сердечной недостаточностью, поскольку пройденное расстояние менее 300 м было связано с высокой смертностью в течение первого года, а менее 468 м — с высокими показателями госпитализации [20].

Надёжность и валидность ТШХ изучались у онкологических пациентов. Так, в исследовании K. Schmidt и соавт. [21] 50 пациентов онкологического профиля прошли ТШХ и велоэргометрическую пробу для оценки переносимости физической нагрузки. Было определено, что во время ТШХ пациенты преодолели среднее расстояние 594 ± 81 м со средней интенсивностью $86,3 \pm 9,6\%$ от максимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), которое достоверно коррелировало с достигнутой во время велоэргометрии $VO_{2\text{пик}}$ $21,2 \pm 4,86$ мл/кг в минуту ($p < 0,001$), что, как утверждают авторы, позволяет использовать ТШХ в качестве альтернативы велоэргометрической пробе. При определении надёжности теста коэффициент внутриклассовой корреляции составил $r = 0,93$ (95% доверительный интервал $0,86–0,97$; $p < 0,001$), а коэффициент вариации — 3%.

Во время повторного тестирования участники прошли на $3,1\%$ (95% ДИ $1,1–5,2$) больше и с более высокой интенсивностью физической нагрузки ($+1,0$; 95% ДИ $0,3–1,8$). Пределы согласия находились между $43,1$ м и $76,4$ м. Авторы сделали вывод, что с высокой надёжностью и достоверностью можно использовать ТШХ у онкологических пациентов.

На результаты ТШХ, согласно уравнению Энрайта–Шерилла, влияют пол, возраст, вес и рост человека [22]. В систематическом обзоре с метаанализом J. But-Hadzic и соавт. [23] показано, что среднее расстояние, полученное при ТШХ в когорте пациенток с РМЖ, составляет $477,4 \pm 23,4$ м. При прогнозировании расстояния, пройденного при ТШХ, с использованием уравнения Энрайта–Шерилла для женщин [22] дистанция должна была составить $548 \pm 19,4$ м, что на 71 м выше фактически полученного расстояния ($p < 0,001$). У здоровых женщин того же возраста фактически измеренное расстояние при ТШХ составило $589,9 \pm 18,3$ м, что оказалось значительно больше пройденной дистанции у пациенток с РМЖ ($p < 0,0001$). В исследовании A. Ortiz и соавт. [24] начальная дистанция, пройденная при ТШХ пациентками, перенёсшими РМЖ, составила 436 ± 99 м, что соответствовало нормативным значениям здоровых женщин 80–89 лет. В работе G. Mascherini и соавт. [25] при анализе результатов ТШХ у 43 пациенток с РМЖ показано, что среднее значение дистанции составляет $497,2 \pm 24,9$ м, что гораздо ниже прогнозируемого нормального диапазона для данного возраста и пола.

Доказано также, что индекс массы тела оказывает большее влияние на результаты ТШХ у пациенток с РМЖ, чем у здоровых женщин: разница пройденной дистанции при одинаковом индексе массы тела составила 103 м [22], что свидетельствует о влиянии неучтённых факторов на результат теста (наличие заболевания, кардиотоксичность применяемой терапии, количество пройденных курсов лечения и др.). По данным L. Ying и соавт. [26], у пациенток, страдающих РМЖ, расстояние, пройденное при ТШХ, уменьшалось на $4,2$ м на единицу увеличения индекса массы тела ($p < 0,001$).

Влияние возраста на показатели ТШХ было неоднозначным. Так, в систематическом обзоре J. But-Hadzic и соавт. [23], включившим анализ 21 рандомизированного клинического исследования, доказано, что пациентки с РМЖ моложе 50 лет прошли в среднем меньшее расстояние, чем женщины старше 50 лет ($459,6 \pm 36,3$ м против $491,7 \pm 33$ м; $p < 0,001$). Возможно, такая разница зависит от кардиотоксичности получаемой химиотерапии, так как у молодых женщин чаще встречаются более агрессивные типы РМЖ, которые требуют назначения антрациклинов и моноклональных антител [27], тогда как у пациенток более старшего возраста для лечения гормонозависимых опухолей чаще используют ингибиторы ароматазы, не оказывающие токсического влияния. В работе L. Ying и соавт. [26] было показано, что дистанция, пройденная при ТШХ пациентками с РМЖ, получающими одинаковое лечение, с каждым годом уменьшается на $2,6$ м ($p < 0,001$).

Наличие сопутствующих заболеваний имело статистически значимое отрицательное влияние на результаты ТШХ ($-56,9$ м; $p < 0,001$) [22].

Всё сказанное выше подтверждает наличие у пациенток с РМЖ комплекса факторов, которые могут влиять на результаты нагрузочной пробы и не учитываются при расчёте формулы должного значения пройденной дистанции, что подчёркивает важность фактически проводимого тестирования, позволяющего оценить переносимость физических нагрузок.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕСТА С ШЕСТИМИНУТНОЙ ХОДЬБОЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОК С РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КУРСА РЕАБИЛИТАЦИИ

Одним из основополагающих факторов успешной реабилитации является персонафицированный подход. У пациенток с РМЖ переносимость физической нагрузки зависит от периода противоопухолевого лечения (проводимый/завершённый курс лечения), а интенсивность и продолжительность могут меняться с течением времени. Именно поэтому для обеспечения эффективности программы тренировок при определении интенсивности физических упражнений необходим расчёт целевой ЧСС с возможной коррекцией её в процессе лечения [28].

Определение интенсивности упражнений может происходить при помощи различных методов: с использованием показателей ЧСС, полученных при определении $VO_{2\text{пик}}$ в ходе кардиопульмонального нагрузочного тестирования или увеличении образования лактата в концентрации 2–3 ммоль/л, по методу Карвонена или субъективным ощущениям (шкала Борга, разговорный тест) [29].

В исследовании N. Tubiana-Mathieu и соавт. [30] для определения интенсивности физических тренировок у 138 пациенток, проходивших лечение по поводу РМЖ, проводили кардиопульмональное нагрузочное тестирование и ТШХ. При анализе максимальных значений ЧСС, полученных при исследованиях до проведения химиотерапии, был получен высокий уровень корреляции ($r=0,7$; $p < 0,0001$). Среднее значение ЧСС при кардиопульмональном нагрузочном тестировании составило $127,8 \pm 14,0$ уд./мин (74,3% максимального значения ЧСС), а среднее значение ЧСС, полученное при ТШХ, — $129,3 \pm 15,5$ уд./мин (75,2% максимального значения ЧСС). Затем 83 пациентки прошли программу медицинской реабилитации с интенсивностью физических упражнений, назначенной по результатам пройденных нагрузочных проб (60–80%

максимального значения ЧСС). Оставшиеся пациентки составили группу контроля. Через 6 месяцев при повторном тестировании в исследуемой группе выявлены ещё более значимая положительная корреляция и высокое соответствие между максимальной ЧСС, полученной при кардиопульмональном нагрузочном тестировании и ТШХ ($r=0,8$; $p < 0,001$). В контрольной группе определялись умеренная положительная корреляция и умеренное соответствие между этими же значениями ($r=0,6$; $p < 0,001$). Корреляции не зависели от возраста и индекса массы тела. Пациентки исследуемой группы показали значимое увеличение дистанции при ТШХ по сравнению с результатами контрольной группы, что свидетельствует об эффективности назначенной программы упражнений. По результатам исследования авторы сделали вывод, что переносимость физических нагрузок может меняться у пациенток с РМЖ при прохождении противоопухолевого лечения в зависимости от наличия физической активности, а использование ЧСС, полученной при прохождении ТШХ, может заменить результаты кардиопульмонального нагрузочного тестирования при назначении интенсивности тренировок (60–80% от ЧСС за последние 3 минуты ТШХ).

ТШХ часто используется для оценки эффективности медицинской реабилитации и прогноза общей выживаемости. В табл. 1 продемонстрирована возможность оценки эффективности программы медицинской реабилитации при помощи ТШХ [31–40]. В большинстве представленных клинических исследований реабилитационное вмешательство осуществлялось с помощью аэробных тренировок средней интенсивности в сочетании с силовыми упражнениями [30–33, 35–38], проводилось во время противоопухолевого лечения [31, 32, 37, 39] или после него [31, 34–38, 40]. Программа тренировок чаще всего была рассчитана на 12 недель [33, 34, 37–40], время занятий составляло до 30–60 минут [30, 31, 33, 34, 36–40]. Клинические исследования с проведением реабилитационного вмешательства показали значимое увеличение дистанции, пройденной при ТШХ, среднее значение которого составило $36,8 \pm 16,7$ м, или 8,2% от исходного уровня. Результаты проведённых клинических исследований подтверждают возможность использования ТШХ у пациенток с РМЖ для оценки функциональных возможностей организма и эффективности проведённой программы реабилитации.

В работе A.L. Mulero Portela и соавт. [38] проведён анализ результатов реабилитационных программ, куда входили аэробные тренировки средней и низкой интенсивности. Подбор интенсивности нагрузки проводился по максимальной ЧСС, определённой во время ТШХ. При анализе полученных данных оказалось, что краткосрочная эффективность реабилитационных программ практически не отличалась (при низкой интенсивности тренировок пройденная заключительная дистанция составила $471,6 \pm 56,1$ м, при умеренной интенсивности — $471,01 \pm 62,69$ м). Через 6 месяцев в группе пациентов с низкой интенсивностью физической нагрузки среднее расстояние ТШХ

Таблица 1. Оценка эффективности реабилитационных вмешательств у пациентов с раком молочной железы по результатам теста шестиминутной ходьбы
Table 1. Assessment of the effectiveness of rehabilitation interventions in patients with breast cancer based on six-minute walk test results

Источник	Число пациентов, n / Средний возраст, лет	Этап лечения	Программа реабилитации	Тест шестиминутной ходьбы, м		p
				до реабилитации	после реабилитации	
Milecki, и соавт., 2013 [31]	46 / 51±11,3	Во время лечения (лучевая терапия)	Аэробные тренировки (5 раз/нед., 65–70% ЧСС _{max} , 40–45 мин, 6 нед.	423,37±66,6	447,33±65,3	0,001
Cornette и соавт., 2016 [32]	42 / 52±18	Во время лечения (химиотерапия + лучевая терапия последовательно, 6 курсов)	Аэробные и силовые тренировки, 3 нед.	522,3±65,2	552±54,2	0,001
Foley и соавт., 2016 [33]	52 / 59,7±10,4	После лечения	Аэробные и силовые тренировки, на равновесие и гибкость по 30 мин каждая, в общей сложности 90 мин, 2 раза/нед., 12 нед.	416,7±81,1	476,7±97,4	0,001
Leclercq и соавт., 2017 [34]	209 / 53±8,9	После лечения (за исключением гормоно- и иммунотерапии)	Аэробные (30 мин), силовые (30 мин), тренировки на гибкость (30 мин) 3 раза/нед., 12 нед.	518±72	561±48	0,002
Serulli и соавт., 2019 [35]	14 / 58,3±5,2	После лечения	Аэробные тренировки, 2 раза/нед., 16 нед.	590±61,5	634,6±50,5	0,006
Nojan и соавт., 2020 [36]	26 / 54,5±6,05	После лечения (трастузумаб)	Аэробные (45–50 мин) и силовые (40–45 мин) тренировки 5 раз/нед., 9 нед.	416±31,7	448,7±50,1	0,042
Tubiana-Mathieu и соавт., 2021 [30]	85 / 51±22	Во время лечения (химиотерапия)	Аэробные (2 раза/нед.), силовые (1 раз/нед.) тренировки, 20–40 мин, 6 мес	521,6±61,2	539,1±59,9	0,0011
Soucy и соавт., 2023 [37]	24 / 56±25	Во время и 2 года после лечения	Аэробная и силовая (60 мин) тренировки 2 раза/нед., 12 нед.	387,7±71,1	462,7±83,4	<0,01
Mulero Portela и соавт., 2024 [38]	36 / 59,66±5,97	После лечения	Аэробные тренировки <i>средней</i> интенсивности по 30 мин (64–75% ЧСС _{max}), силовые, на гибкость и равновесие, 12 нед.	469,9±64,7	492,2±68,6	0,008
Ataquiб и соавт., 2024 [39]	29 / 62,06±7,38	После лечения	Аэробные тренировки <i>низкой</i> интенсивности по 30 мин (57–63% ЧСС _{max}) силовые, на гибкость и равновесие, 12 нед.	471±62,7	495,9±66,6	0,006
Ataquiб и соавт., 2024 [40]	30 / 44,63±6,44	Во время лечения (химиотерапия)	Аэробные (30 мин) ежедневно, 12 нед.	334,2±67,9	368,5±56,3	0,037
Ataquiб и соавт., 2024 [40]	60 / 51,67±4,97	После лечения	Аэробные тренировки (60 мин) 2 раза/нед., 12 нед.	334,2±67,5	367,9±62,6	0,02

Примечание. ЧСС — частота сердечных сокращений.

Note. ЧСС — heart rate.

сократилось до $469,9 \pm 64,7$ м, а в группе с умеренной интенсивностью — повысилось до $495,9 \pm 66,6$ м ($p=0,006$), что свидетельствует о более высокой и длительной эффективности программ реабилитации с умеренной интенсивностью назначенных упражнений, а также о возможности использования ТШХ в динамическом контроле состояния здоровья пациентов.

ПРОВЕДЕНИЕ ТЕСТА С ШЕСТИМИНУТНОЙ ХОДЬБОЙ ПРИ ПОМОЩИ БЕГОВОЙ ДОРОЖКИ И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ УСТРОЙСТВ У ПАЦИЕНТОК С РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

В настоящее время не во всех медицинских учреждениях имеются физические и пространственные возможности для проведения ТШХ. Наличие свободного коридора длиной 30 м с фиксированной разметкой может являться решающим ограничивающим фактором к проведению нагрузочной пробы.

Возможность проведения ТШХ на моторизованной беговой дорожке с индивидуальным темпом, которая позволяет регулировать естественную скорость ходьбы, рассматривалась во многих клинических исследованиях. Предполагалось, что применение дорожки позволило бы проводить тестирование в небольшом закрытом помещении в удобное для врача и пациента время, однако, по данным А. Ngueteu и соавт. [41], выполнение ТШХ на беговой дорожке по сравнению с ходьбой в коридоре демонстрирует более короткие пройденные дистанции, поэтому полученные результаты не могут быть взаимозаменяемыми. Уменьшению расстояния при тестировании на тредмиле могут способствовать многие факторы: отличия в биомеханике ходьбы [42], необходимость сохранения равновесия и координации движений [17, 43], затрата большего количества энергии [44]. Кроме того, для большинства пациентов ходьба по коридору является более привычным видом физической активности, чем ходьба на беговой дорожке [45].

Выполнение ТШХ на беговой дорожке в динамике пациентами, проходящими кардиореабилитацию, показало высокую достоверность при оценке эффективности проводимого лечения [43]. В исследовании I. Cantarero-Villanueva и соавт. [46] ТШХ на беговой дорожке проводился для оценки влияния физической активности на состояние здоровья пациенток во время и по окончании противоопухолевого лечения РМЖ. К моменту начала исследования первая группа пациенток закончила химиотерапию, вторая группа получала противоопухолевое лечение. Сравнение результатов ТШХ до и после 8-недельного курса физических тренировок выявило статистически и клинически значимую разницу увеличения пройденной

дистанции: $+41,6$ м в первой и $+54$ м во второй группе ($p < 0,01$). Результаты исследования подтвердили, что ТШХ на беговой дорожке может быть использован в динамике при анализе эффективности реабилитационной программы пациенток с РМЖ.

Актуальным остаётся вопрос использования носимых медицинских технологий, которые могут отслеживать и регистрировать основные показатели жизнедеятельности. Базовые показатели активности, такие как шаги и ЧСС, могут информировать о состоянии здоровья пациента и использоваться для прогнозирования и выбора лечения. Результаты проведённых исследований показали высокую точность и надёжность носимых устройств по сравнению с данными, предоставленными пациентами или врачами [47], причём устройства медицинского класса обеспечивали более чувствительные и точные измерения, а аппараты потребительского класса — достаточную надёжность для объективного измерения физической активности пациента, что ставит их в ряд эффективной и при этом бюджетной альтернативы медицинским приборам [48].

Проведение ТШХ у пациенток с онкологическим заболеванием, проходящих амбулаторную медицинскую реабилитацию с применением телемедицинских технологий, даёт возможность контролировать её эффективность и проводить своевременную коррекцию. В исследовании J.A. Douma и соавт. [49] пациентки с онкологическими заболеваниями самостоятельно выполняли ТШХ на открытом воздухе в домашней обстановке с помощью приложения для смартфона, которое использовало сигнал глобальной системы позиционирования (GPS) для оценки расстояния. Повторное тестирование проводилось в этот же день в медицинском учреждении в стандартных условиях. Проведение ТШХ при помощи приложения для смартфона показало высокую надёжность как при сравнении со стандартным проведением (расстояние ТШХ при помощи приложения составило 424 ± 126 м, при стандартном ТШХ — 431 ± 161 м; $p=0,001$), так и при сопоставлении с результатами повторного измерения после курса реабилитации (ТШХ до курса — 408 ± 209 м, после курса — 478 ± 182 м; $p < 0,001$). Авторы также предложили использование данного приложения в постоянном режиме в течение дня с целью контроля повседневной физической активности (ЧСС, количество шагов) и повышения приверженности к программам реабилитации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным рандомизированных клинических исследований, ТШХ является простым и доступным методом определения переносимости субмаксимального уровня физической нагрузки, который показал надёжность и валидность у пациенток, страдающих злокачественными новообразованиями. Наличие заболевания, кардиотоксичность проводимого лечения, уровень физической активности до начала

лечения и во время него — всё это может оказывать влияние на переносимость физической нагрузки у пациентов. Для правильной оценки функциональных возможностей организма необходимо фактическое проведение ТШХ. Для определения интенсивности тренировок можно использовать результаты, полученные при прохождении ТШХ: коридор тренировочного пульса должен составлять 60–80% максимальной ЧСС, полученной за последние 3 минуты тестирования. Проведение ТШХ по стандартным правилам до и после курса медицинской реабилитации позволяет достоверно оценить её краткосрочную и долгосрочную эффективность у пациенток с РМЖ.

Применение моторизованной беговой дорожки для прохождения субмаксимальной нагрузочной пробы возможно только в динамике для оценки результатов комплексной реабилитации. Носимые медицинские устройства помогут в анализе исходного уровня физической подготовки и влияния дистанционных реабилитационных мероприятий на состояние здоровья пациента.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. К.А. Блинова — обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация данных, написание рукописи, редактирование; И.Е. Мишина — анализ и интерпретация данных, редактирование; Г.Е. Иванова — проверка и редактирование рукописи; А.К. Кострыгин, Е.Н. Копышева — анализ данных, редактирование; А.С. Пугачева — обзор публикаций по теме статьи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При проведении исследования и создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. K.A. Blinova — review of publications on the topic of the article, analysis and interpretation of data, manuscript writing, editing; I.E. Mishina — analysis and interpretation of data, editing; G.E. Ivanova — verification and editing of the manuscript; A.K. Kostrygin, E.N. Kopysheva — data analysis, editing; A.S. Pugacheva — review of publications on the topic of the article. Thereby, all authors provided approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Funding sources. No funding.

Disclosure of interests. The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Statement of originality. When conducting the research and creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. *Malignant neoplasms in Russia in 2023 (morbidity and mortality)*. Kaprin AD, et al., editors. Moscow: National Medical Research Radiological Center; 2024. 276 p. (In Russ.)
2. Khajoei R, Ilkhani M, Azadeh P, et al. Breast cancer survivors-supportive care needs: Systematic review. *BMJ Support Palliat Care*. 2023;13(2):143–153. doi: 10.1136/spcare-2022-003931 EDN: IIESYP
3. Fernández-Casas A, Leirós-Rodríguez R, Hernandez-Lucas P, González-Represas A. Protective effects of exercise on cardiotoxicity induced by breast cancer treatments: A systematic review and meta-analysis. *Maturitas*. 2024;183:107932. doi: 10.1016/j.maturitas.2024.107932 EDN: TPBSIL
4. Scalia IG, Gheyath B, Tamarappoo BK, et al. Chemotherapy related cardiotoxicity evaluation: A contemporary review with a focus on cardiac imaging. *J Clin Med*. 2024;13(13):3714. doi: 10.3390/jcm13133714 EDN: KFCDPI
5. Valiyaveettil D, Joseph D, Malik M. Cardiotoxicity in breast cancer treatment: Causes and mitigation. *Cancer Treat Res Commun*. 2023;37:100760. doi: 10.1016/j.ctarc.2023.100760 EDN: LSIFNC
6. Chung WP, Yang HL, Hsu YT, et al. Real-time exercise reduces impaired cardiac function in breast cancer patients undergoing chemotherapy: A randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med*. 2022;65(2):101485. doi: 10.1016/j.rehab.2021.101485 EDN: LNQUUA
7. Naaktgeboren WR, Binyam D, Stuijver MM, et al. Efficacy of physical exercise to offset anthracycline-induced cardiotoxicity: A systematic review and meta-analysis of clinical and preclinical studies. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(17):e021580. doi: 10.1161/JAHA.121.021580 EDN: UQDZSK
8. Werner C, Hanhoun M, Widmann T, et al. Effects of physical exercise on myocardial telomere-regulating proteins, survival pathways, and apoptosis. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52(6):470–482. doi: 10.1016/j.jacc.2008.04.034 EDN: VZPSFN
9. Scott JM, Zabor EC, Schwitzer E, et al. Efficacy of exercise therapy on cardiorespiratory fitness in patients with cancer: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Oncol*. 2018;36(22):2297–2305. doi: 10.1200/JCO.2017.77.5809
10. Akyol M, Tuğral A, Arıbaş Z, Bakar Y. Assessment of the cardiorespiratory fitness and the quality of life of patients with breast cancer undergoing chemotherapy: A prospective study. *Breast Cancer*. 2023;30(4):617–626. doi: 10.1007/s12282-023-01453-6 EDN: LEEBNG

11. Mishina IE, Sarana AM, Mikhailovskaia TV, Ivanova GE. Principles for the appointment of aerobic physical training during outpatient cardiac rehabilitation. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2020;97(3):83–95. doi: 10.38025/2078-1962-2020-97-3-83-95 EDN: NAPBEE
12. Foulkes SJ, Howden EJ, Pituskin E, et al. A review on the role of exercise training to prevent a decline in cardiorespiratory fitness and cardiac function in breast cancer survivors. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2024;44(1):5–14. doi: 10.1097/HCR.0000000000000834 EDN: FBOHGR
13. Bonikowske AR, Taylor JL, Larson KF, et al. Evaluating current assessment techniques of cardiorespiratory fitness. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2024;22(6):231–241. doi: 10.1080/14779072.2024.2363393 EDN: BHGKYN
14. Li H, Liu H, Wang B, et al. Exercise interventions for the prevention and treatment of anthracycline-induced cardiotoxicity in women with breast cancer: A systematic review. *J Sci Sport Exercise*. 2025;7:14–27. doi: 10.1007/s42978-023-00256-7 EDN: IVFVTI
15. Moreno-Cabañas A, Ortega JF, Morales-Palomo F, et al. Importance of a verification test to accurately assess VO₂ max in unfit individuals with obesity. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(3):583–590. doi: 10.1111/sms.13602
16. Midgley AW, Earle K, McNaughton LR, et al. Exercise tolerance during VO₂max testing is a multifactorial psychobiological phenomenon. *Res Sports Med*. 2017;25(4):480–494. doi: 10.1080/15438627.2017.1365294
17. Roberts DE, Futrell EE, Toole E. Submaximal walking tests: A review of clinical use. *J Clin Exercise Physiol*. 2022;11(2):62–74. doi: 10.31189/2165-6193-11.2.62
18. ATS committee on proficiency standards for clinical pulmonary function laboratories. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111–117. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102. Erratum in: *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;193(10):1185. doi: 10.1164/rccm.19310erratum
19. Scrutinio D, Guida P, La Rovere MT, et al. Incremental prognostic value of functional impairment assessed by 6-min walking test for the prediction of mortality in heart failure. *Sci Rep*. 2024;14(1):3089. doi: 10.1038/s41598-024-53817-3 EDN: PPLIWM
20. Wegrzynowska-Teodorczyk K, Rudzinska E, Lazorzyc M, et al. Distance covered during a six-minute walk test predicts long-term cardiovascular mortality and hospitalisation rates in men with systolic heart failure: An observational study. *J Physiother*. 2013;59(3):177–187. doi: 10.1016/S1836-9553(13)70182-6
21. Schmidt K, Vogt L, Thiel C, et al. Validity of the six-minute walk test in cancer patients. *Int J Sports Med*. 2013;34(7):631–636. doi: 10.1055/s-0032-1323746
22. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201(3):393. doi: 10.1164/rccm.v201erratum1 EDN: YSTTIZ
23. But-Hadzic J, Dervisevic M, Karpljuk D, et al. Six-minute walk distance in breast cancer survivors: A systematic review with meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(5):2591. doi: 10.3390/ijerph18052591 EDN: HZNJBB
24. Ortiz A, Tirado M, Hughes DC, et al. Relationship between physical activity, disability, and physical fitness profile in sedentary Latina breast cancer survivors. *Physiother Theory Pract*. 2018;34(10):783–794. doi: 10.1080/09593985.2018.1424978
25. Mascherini G, Tosi B, Giannelli C, et al. Breast cancer: Effectiveness of a one-year unsupervised exercise program. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019;59(2):283–289. doi: 10.23736/S0022-4707.18.08131-8
26. Ying L, Yahng JJ, Fisher M, et al. Walking the boundaries: Using the 6-min walk test for accurate assessment of the level of fitness in breast clinic outpatients. *ANZ J Surg*. 2020;90(6):1141–1145. doi: 10.1111/ans.15637
27. Howard FM, Olopade OI. Epidemiology of triple-negative breast cancer: A review. *Cancer J*. 2021;27(1):8–16. doi: 10.1097/PP0.0000000000000500 EDN: ICBMXX
28. Mikhailovskaya TV, Nazarova OA, Dovgalyuk YuV, et al. Methodological issues of assessment of sixminute walk test in patients with coronary artery disease. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2021;20(3):37–44. doi: 10.38025/2078-1962-2021-20-3-37-44 EDN: ZRXBCM
29. Hansen D, Abreu A, Ambrosetti M, et al. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: Why and how. A position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol*. 2022;29(1):230–245. doi: 10.1093/eurjpc/zwab007 EDN: OPKECN
30. Tubiana-Mathieu N, Cornette T, Mandigout S, et al. Can the six-minute walk test be used to individualize physical activity intensity in patients with breast cancer? *Cancers (Basel)*. 2021;13(22):5851. doi: 10.3390/cancers13225851 EDN: BQQMTI
31. Milecki P, Hojan K, Ozga-Majchrzak O, Molińska-Glura M. Exercise tolerance in breast cancer patients during radiotherapy after aerobic training. *Contemp Oncol (Pozn)*. 2013;17(2):205–209. doi: 10.5114/wo.2013.34453
32. Cornette T, Vincent F, Mandigout S, et al. Effects of home-based exercise training on VO₂ in breast cancer patients under adjuvant or neoadjuvant chemotherapy (SAPA): A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2016;52(2):223–232.
33. Foley MP, Hasson SM. Effects of a community-based multimodal exercise program on health-related physical fitness and physical function in breast cancer survivors: A pilot study. *Integr Cancer Ther*. 2016;15(4):446–454. doi: 10.1177/1534735416639716
34. Leclerc AF, Foidart-Dessalle M, Tomasella M, et al. Multidisciplinary rehabilitation program after breast cancer: Benefits on physical function, anthropometry and quality of life. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017;53(5):633–642. doi: 10.23736/S1973-9087.17.04551-8
35. Cerulli C, Parisi A, Sacchetti M, et al. Dancing with health: A new dance protocol to improve the quality of life of breast cancer survivors. *Med Sport*. 2019;72:295–304. doi: 10.23736/S0025-7826.19.03530-0
36. Hojan K, Procyk D, Horyńska-Kęstowicz D, et al. The preventive role of regular physical training in ventricular remodeling, serum cardiac markers, and exercise performance changes in breast cancer in women undergoing trastuzumab therapy: An REH-HER study. *J Clin Med*. 2020;9(5):1379. doi: 10.3390/jcm9051379 EDN: ZROQWE
37. Soucy C, Bouchard DR, Hrubeniuk T, Sénéchal M. Variability in physical function for patients living with breast cancer during a 12-week exercise program. *Support Care Cancer*. 2022;30(1):69–76. doi: 10.1007/s00520-021-06394-4 EDN: RMXVSI
38. Mulero Portela AL, Colón Santaella CL, Rogers LQ, Missaghian Vissepo M. Effect of low- and moderate-intensity endurance exercise on physical functioning among breast cancer survivors: A randomized controlled trial. *Support Care Cancer*. 2024;33(1):49. doi: 10.1007/s00520-024-09100-2 EDN: BUHBKP

- 39.** Araquib AK, Salah SS, El Missiri AM, Kamal KA. The effect of cardiac rehabilitation on quality of life and 6-minute walk test in breast cancer patients during ongoing anthracycline based therapy. *Egypt J Hospital Med.* 2024;96(1):3346–3351.
- 40.** Araquib AK, Haddad MM, Kamal KA, Raymond R. The effect of cardiac rehabilitation on quality of life and 6-minute walk test in breast cancer survivors. *Int J Cardiol Res.* 2024;6(2):36–42.
- 41.** Ngueleu AM, Barrette S, Buteau C, et al. Impact of pathway shape and length on the validity of the 6-minute walking test: A systematic review and meta-analysis. *Sensors.* 2025;25(1):17. doi: 10.3390/s25010017 EDN: QIXPXM
- 42.** Semaan MB, Wallard L, Ruiz V, et al. Is treadmill walking biomechanically comparable to overground walking? A systematic review. *Gait Posture.* 2022;92:249–257. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.11.009 EDN: PXXKNG
- 43.** Nevelikova M, Dosbaba F, Pepera G, et al. Validity and reliability of automated treadmill six-minute walk test in patients entering exercise-based cardiac rehabilitation. *Ann Med.* 2023;55(2):2304664. doi: 10.1080/07853890.2024.2304664 EDN: RJBHBL
- 44.** Vickery-Howe DM, Bonanno DR, Dascombe BJ, et al. Physiological, perceptual, and biomechanical differences between treadmill and overground walking in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2023;41(23):2088–2120. doi: 10.1080/02640414.2024.2312481 EDN: WLFWCQ
- 45.** Al Maghraby MA, Alshami AM, Muaidi QI, et al. Corridor and real-time 6-minute walk tests in healthy young adults: A randomized cross-over study. *J Taibah Univ Med Sci.* 2024;19(3):637–643. doi: 10.1016/j.jtumed.2024.05.005 EDN: OJVTRB
- 46.** Cantarero-Villanueva I, Postigo-Martin P, Granger CL, et al. The minimal clinically important difference in the treadmill six-minute walk test in active women with breast cancer during and after oncological treatments. *Disabil Rehabil.* 2023;45(5):871–878. doi: 10.1080/09638288.2022.2043461 EDN: DNULLI
- 47.** Mak J, Rens N, Savage D, et al. Reliability and repeatability of a smartphone-based 6-min walk test as a patient-centred outcome measure. *Eur Heart J Digit Health.* 2021;2(1):77–87. doi: 10.1093/ehjdh/ztab018 EDN: TNSOAB
- 48.** Chow R, Drkulec H, Im JH, et al. The use of wearable devices in oncology patients: A systematic review. *Oncologist.* 2024;29(4):e419–e430. doi: 10.1093/oncolo/oyad305 EDN: QFUEMN
- 49.** Douma JA, Verheul HM, Buffart LM. Feasibility, validity and reliability of objective smartphone measurements of physical activity and fitness in patients with cancer. *BMC Cancer.* 2018;18(1):1052. doi: 10.1186/s12885-018-4983-4 EDN: BUFUTX

ОБ АВТОРАХ

* **Блинова Ксения Александровна**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 153012, Иваново, Шереметевский пр-кт, д. 8;
ORCID: 0000-0002-2896-8764;
eLibrary SPIN: 4959-7018;
e-mail: xenny7@yandex.ru

Мишина Ирина Евгеньевна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-7659-8008;
eLibrary SPIN: 2549-1182;
e-mail: mishina-irina@mail.ru

Иванова Галина Евгеньевна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-3180-5525;
eLibrary SPIN: 4049-4581;
e-mail: reabilivanova@mail.ru

Копышева Елена Николаевна, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0009-0003-9067-1317;
eLibrary SPIN: 7245-1066;
e-mail: enk9@yandex.ru

Кострыгин Александр Константинович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-1840-8111;
eLibrary SPIN: 3112-0170;
e-mail: onko@ivreg.ru

Пугачева Анна Сергеевна;
ORCID: 0009-0009-5046-7083;
eLibrary SPIN: 2542-4288;
e-mail: anutserovka07@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Ksenia A. Blinova**, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 8 Sheremetyev ave, Ivanovo, Russia, 153012;
ORCID: 0000-0002-2896-8764;
eLibrary SPIN: 4959-7018;
e-mail: xenny7@yandex.ru

Irina E. Mishina, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-7659-8008;
eLibrary SPIN: 2549-1182;
e-mail: mishina-irina@mail.ru

Galina E. Ivanova, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-3180-5525;
eLibrary SPIN: 4049-4581;
e-mail: reabilivanova@mail.ru

Elena N. Kopysheva, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
ORCID: 0009-0003-9067-1317;
eLibrary SPIN: 7245-1066;
e-mail: enk9@yandex.ru

Alexander K. Kostrygin, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-1840-8111;
eLibrary SPIN: 3112-0170;
e-mail: onko@ivreg.ru

Anna S. Pugacheva;
ORCID: 0009-0009-5046-7083;
eLibrary SPIN: 2542-4288;
e-mail: anutserovka07@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author