

УДК 616.132.2-089:612.176]-036.8

<https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-4-221-228>

Для цитирования: Иноземцева А.А. Применение нагрузочного тестирования у пациентов после коронарного шунтирования для оценки эффективности операции, определения реабилитационных возможностей и прогноза. *Бюллетень сибирской медицины*. 2018; 17 (4): 221–228.

Применение нагрузочного тестирования у пациентов после коронарного шунтирования для оценки эффективности операции, определения реабилитационных возможностей и прогноза

Иноземцева А.А.^{1,2}

¹ Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ) Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 6

² Кемеровский государственный медицинский университет Россия, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22а

РЕЗЮМЕ

В обзоре приводятся сведения о современных взглядах на использование нагрузочного тестирования с целью определения программ, сроков реабилитации, оценки прогноза у пациентов, перенесших коронарное шунтирование (КШ). Опыт зарубежных и российских клиник демонстрирует необходимость и востребованность нагрузочного тестирования у данной категории пациентов. Однако на сегодняшний день не существует четких рекомендаций относительно сроков и методов нагрузочного тестирования у пациентов, перенесших КШ. Широкое внедрение нагрузочного тестирования в целом и спировелоэргометрии в частности в практическую медицину позволит составлять персонализированные программы тренировок, оценивать у пациента прогноз, реабилитационный и трудовой потенциал.

Ключевые слова: нагрузочные тесты, кардиореабилитация, коронарное шунтирование, физические тренировки, спировелоэргометрия.

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних 10 лет распространенность болезней системы кровообращения увеличилась среди взрослого населения страны на 54,2% [1]. Для лечения тяжелой, быстро прогрессирующей и резистентной к медикаментозной терапии ишемической болезни сердца (ИБС), вносящей максимальный вклад в инвалидизацию и смертность, наиболее перспективным признано сочетание оптимальной медикаментозной терапии с реваскуляризацией миокарда, в частности операцией коронарного шунтирования (КШ) [2]. Восстановление адекватного коронарного кро-

вотока путем выполнения КШ позволяет улучшить выживаемость у определенной категории пациентов, предотвратить развитие первичных и повторных инфарктов миокарда, улучшить функцию левого желудочка, ликвидировать клинику стенокардии, что способствует повышению физической активности пациента, улучшению психоэмоционального статуса и качества жизни [3].

За счет усовершенствования технологий КШ последнее время существенно изменился профиль больных, направляемых на оперативное лечение. На сегодняшний день он представлен преимущественно пациентами с распространенным окклюзирующим атеросклерозом коронарных артерий. Увеличилось количество оперируемых

✉ Иноземцева Анастасия Анатольевна, e-mail: nastya060988@yandex.ru.

пожилых больных с обширным постинфарктным кардиосклерозом, сердечной, почечной недостаточностью, сахарным диабетом, сочетанными поражениями клапанов сердца и магистральных артерий [4–6].

Несмотря на высокую эффективность современных методов реваскуляризации коронарных артерий, со временем атеросклероз коронарных артерий и их трансплантатов прогрессирует, что проявляется повторными инфарктами миокарда, нередко приводящими к летальному исходу [7]. Поэтому дальнейшее наблюдение за пациентами после КШ должно быть сосредоточено на вторичной профилактике.

Проблема полного восстановления после КШ имеет и социальную окраску. В связи с быстрым развитием реконструктивной коронарной хирургии и высокой сердечно-сосудистой заболеваемостью лиц более молодой категории в настоящее время увеличилось число больных трудоспособного возраста, перенесших КШ, которым необходима подготовка к активной трудовой и социальной жизни. Большие финансовые вложения в развитие хирургических методов лечения пациентов с ИБС должны отразиться возвращением в общество способных к труду и активной социальной жизни пациентов. Однако в реальную клиническую практику эти принципы не внедрены, что связывают с неадекватностью реабилитационных программ [8].

НАГРУЗОЧНЫЕ ТЕСТЫ

Большую помощь в решении представленных задач имеет выполнение нагрузочных тестов в послеоперационном периоде КШ. Они позволяют оценить результаты реваскуляризации миокарда, толерантность к физическим нагрузкам (ТФН), прогноз и, соответственно, реабилитационный и трудовой потенциал. Кроме того, нагрузочные тесты необходимы для составления персонализированных программ физических тренировок. Однако необходимость раннего проведения нагрузочного теста для расчета интенсивности физической нагрузки (ФН) является серьезным лимитирующим фактором для составления таких программ, а эмпирический подбор мощности ФН не всегда обеспечивает достаточную интенсивность и при этом безопасность тренировок для каждого конкретного пациента. При этом в многочисленных исследованиях найдено, что именно интенсивность тренировки определяет протективный эффект ФН как в отношении развития послеоперационных осложнений [9, 10], так и на

биохимическом уровне, уменьшая воспаление и гиперагрегацию [11].

Однако в настоящее время ни в одной стране мира не существует общепринятых рекомендаций относительно длительности, интенсивности, кратности и сроков начала физических тренировок, а также относительно самого состава этих тренировок [12]. Так, согласно Национальным рекомендациям Республики Беларусь (2010), безопасным сроком проведения нагрузочного теста являются 2 нед после КШ, более раннее назначение нагрузочных тестов считается нецелесообразным из-за наличия послеоперационных швов в местах забора шунтов [13]. В рекомендациях ACCF/АНА по реваскуляризации миокарда (2011) аспект нагрузочного тестирования после КШ не освещен, тогда как сроки начала физических тренировок определены как 4–8 нед после операции [14].

В Европейских рекомендациях по реваскуляризации миокарда (2014) о нагрузочном тестировании после КШ речи и вовсе не идет, а о сроках начала физических тренировок звучит неопределенная рекомендация – «как можно раньше» [15].

В Российских рекомендациях по реабилитации и вторичной профилактике у пациентов после КШ (2016), выход которых был долгожданным событием в кардиореабилитации, время проведения нагрузочного теста с учетом отсутствия противопоказаний у больного – не ранее 10-х сут после операции [16].

Сроки проведения тестов во многом зависят от того, с какой целью назначается нагрузочный тест. Ранние нагрузочные тесты (до месяца) в основном используются в реабилитационной практике. Для оценки результатов реваскуляризации миокарда с оценкой отдаленного прогноза нагрузочные тесты проводятся в более поздние сроки. К сожалению, несмотря на высокую популярность нагрузочных тестирований в литературе, в практической кардиологии довольно редко используют результаты этих исследований. Так, в проведенном исследовании в 2013 г. на базе НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний найдено, что оценка ТФН после выполненного КШ, являющаяся необходимым условием определения сердечно-сосудистого риска и прогноза пациента, проведена только у 30% пациентов [17]. Результатом этого является неправильная оценка результатов операции, в частности определение у пациента признаков стойкой утраты трудоспособности [17].

Соответственно, понимание необходимости проведения и цели нагрузочного теста позволит

врачу определить соответствующую методологию его проведения и выбрать конечные точки тестирования, которые обеспечат безопасность теста и позволят получить необходимую диагностическую и прогностическую информацию.

Согласно Российским рекомендациям по реабилитации пациентов после КШ (2016), среди нагрузочных тестов, рекомендованных пациентам после оперативного вмешательства, выделяют велоэргометрию (ВЭМ), тредмил-тест и тест шестиминутной ходьбы [16]. У каждого из них есть свои преимущества и недостатки.

ТЕСТ ШЕСТИМИНУТНОЙ ХОДЬБЫ

Наиболее популярным нагрузочным тестом является тест шестиминутной ходьбы. Простота методики, отсутствие потребности в специальном оборудовании и высококвалифицированных кадрах для выполнения теста являются большими преимуществами, позволяющими его использовать повсеместно. Данный тест применяется в реабилитации пациентов и с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), и с легочной гипертензией, и, безусловно, у пациентов после операций на сердце, в том числе после КШ. Однако прогностическая способность теста шестиминутной ходьбы спорна. Так, в мета-анализе 53 исследований, проведенном D. Zielinska и соавт. [18], найдено, что нет никакой связи между дистанцией шестиминутной ходьбы и развитием осложнений у пациентов после КШ, также не обнаружено предикативной способности между дистанцией шестиминутной ходьбы и риском развития летального исхода у пациентов с ХСН, подвергшихся оперативному лечению. Таким образом, тест шестиминутной ходьбы оптимален в раннем послеоперационном периоде КШ, когда больше требуется не оценка прогноза, а подбор оптимальной физической нагрузки.

Тем не менее, различные модификации теста шестиминутной ходьбы могут усилить его прогностическую способность. Так, в исследовании I.S. Росо и соавт. [19] на 52 пациентах показано, что оценка потребления кислорода во время теста шестиминутной ходьбы обладает предикативной способностью в отношении риска развития ранних послеоперационных осложнений у пациентов после КШ.

ТРЕДМИЛ-ТЕСТ

Если говорить о преимуществах тредмил-теста, то следует отметить, что нагрузка на беговой дорожке является более физиологичной, во время

такой ФН задействовано большее количество различных мышечных групп, вследствие чего максимальное потребление кислорода на беговой дорожке всегда на 5–10% выше, чем на велоэргометре [20]. Также тредмил предпочтителен у лиц с ортопедическими ограничениями [21]. При этом велоэргометр компактнее, специальная система тормозов позволяет обеспечить равномерную мощность при различной скорости педалирования, что позволяет легко подсчитать внешнюю нагрузку человека во время выполнения упражнения. Кроме того, при использовании велоэргометра на электрокардиограмме возникает меньше артефактов [22].

Однако категория пациентов после КШ особая: это пациенты и кардиологические, и хирургические одновременно. Раннее проведение нагрузочных тестов, таких как тредмил или велоэргометрия, может быть нецелесообразным ввиду низкой информативности. Ведь основным критерием данного теста является достижение субмаксимальной частоты сердечных сокращений, а наличие послеоперационных швов на нижних конечностях в местах забора шунтов в данной ситуации – серьезное сдерживающее обстоятельство, поскольку проба может остаться незавершенной.

Таким образом, идеальным нагрузочным тестом для пациента после КШ являлся бы такой, который соединил в себе и возможность расчета интенсивности физических тренировок, и возможность оценки ТФН, при этом имел высокую предикативную способность и минимальное количество ограничивающих факторов, в том числе относительно сроков его проведения.

КАРДИОПУЛЬМОНАЛЬНЫЙ ТЕСТ

Кардиопульмональный тест стал важным клиническим инструментом для оценки работоспособности и кардиоваскулярного прогноза пациентов с сердечными заболеваниями. Он позволяет сделать вывод о функциональных возможностях и степени нарушений сердечно-сосудистой и дыхательной систем, объективизировать оценку эффективности терапевтического воздействия и осуществлять контроль над прогрессированием заболевания, обуславливающего снижение ТФН.

Долгое время данная методика в кардиореабилитации использовалась только у пациентов с ХСН для определения ТФН. Теперь кардиопульмональный тест является индикатором не только ТФН, но и доказал предикативную способность. Так, у пациентов с пиковым потреблением кислорода (VO_{2peak}) < 12 мл/кг/мин – прогноз

неблагоприятный, а $VO_2\text{peak} > 18$ мл/кг/мин – ассоциирован с благоприятным прогнозом. Согласно американским рекомендациям, кардиопульмональный тест должен проводиться пациентам с ХСН для определения показаний к трансплантации сердца (класс доказательности I).

СПИРОВЕЛОЭРГОМЕТРИЯ

Рядом исследователей найдено, что нагрузочные тесты с дополнительным измерением параметров газообмена, к которым относится спировелоэргометрия, являются надежным диагностическим инструментом, представляющим значимую прогностическую информацию [23–27]. В исследовании А. Salzwedel и соавт. [28] найдено, что параметры кардиопульмонального теста обладают предикативной способностью в отношении восстановления и возвращения на работу пациентов после КШ. Так, более острый угол наклона кривой $VE/VCO_2\text{slope}$ был связан с уменьшением количества лиц, вернувшихся на работу. Вероятность выхода на пенсию уменьшалась с увеличением физической активности (HR 0,50; 95% CI 0,30–0,82; $p = 0,006$).

В исследовании, проведенное И.Н. Таран и соавт. [29], были включены 74 пациента с легочной артериальной гипертензией и хронической тромбоэмболической легочной гипертензией. Для стратификации риска летального исхода в течение 1 года помимо стандартных клинико-биохимических показателей проводилась спировелоэргометрия. Найдено, что дополнение спировелоэргометрией клинико-гемодинамических шкал повышает качество оценки прогноза. Так, 16% пациентов с легочной артериальной гипертензией и 30% пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией при добавлении спировелоэргометрических показателей переместились из «серой» зоны промежуточного риска в группу высокого риска.

Наличие предикативной способности сочетается с безопасностью данного теста. Так, в широкомасштабном исследовании безопасности спировелоэргометрии у 4 250 пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, в частности с гипертрофической кардиомиопатией, легочной гипертензией, выраженной ХСН и аортальным стенозом, проведенном J. Skalski и соавт. [30], летальных случаев не зарегистрировано, а нежелательные явления возникли только у 0,16% пациентов.

Расчет интенсивности ФН после операций на сердце является дополнительным показанием к

спировелоэргометрии. Однако еще в 2005 г. в исследовании S.W. Tsai и соавт. [31] показано, что для индивидуального расчета интенсивности физических тренировок оптимально использовать именно спировелоэргометрию.

В исследовании Y. Tsuboi и соавт. [32] было найдено, что расчет интенсивности ФН с помощью спировелоэргометрии у пациентов с легочной гипертензией эффективнее, чем с помощью теста шестиминутной ходьбы. При этом в Европейских рекомендациях (2015) по легочной гипертензии впервые упоминается кардиопульмональный тест как возможный метод определения физической работоспособности [33].

В пилотном исследовании, проведенном S.J.J. Tan [34] и соавт., у 19 пациентов найдено, что частота сердечных сокращений при достижении анаэробного порога является наиболее точным показателем, и именно на нее нужно опираться при расчете интенсивности тренировок. В исследовании С.Н. Корецкого с соавт. [35], проведенном у 77 пациентов, перенесших КШ, отмечено, что использование спировелоэргометрии целесообразно для оценки состояния пациентов группы среднего и высокого риска после КШ, а также для контроля эффективности программ физической реабилитации.

В ходе спировелоэргометрии регистрируются основные показатели легочного газообмена: потребление кислорода, продукция углекислого газа, минутная легочная вентиляция и ее составляющие. Одновременно с измерением легочного газообмена может осуществляться пульсоксиметрия. Наиболее надежным, воспроизводимым и объективным показателем является максимальное потребление кислорода ($VO_2\text{max}$), однако его не всегда удается достичь. В связи с этим обычно оценивается пиковое потребление кислорода ($VO_2\text{peak}$) как максимальный уровень потребления кислорода, достигнутый при пробе с нагрузкой. Для практических целей $VO_2\text{max}$ и $VO_2\text{peak}$ взаимозаменяемы и являются «золотым стандартом» измерения работоспособности.

Кроме того, особенностью спировелоэргометрии является то, что основной критерий пробы – это не достижение целевой частоты сердечных сокращений, что характерно для привычных стресс-тестов, а достижение анаэробного порога – уровня нагрузки, при котором начинается переход от аэробного механизма энергообеспечения мышц к анаэробному [36]. Гипотеза определения анаэробного порога заключается в том, что на высоте ФН возникает несоответствие между потребностями тканей в кислороде и его поступле-

нием, вследствие чего возрастает доля анаэробного гликолиза для обеспечения потребностей организма в энергии и крови. Соответственно, возрастает концентрация лактата, увеличивается минутная вентиляция легких (VE) для удаления избытка углекислого газа, образующегося при превращении молочной кислоты в лактат.

Наиболее распространены три метода определения анаэробного порога: изменение угла наклона кривой на графике VCO_2/VO_2 ; определение точки пересечения кривых вентиляционных эквивалентов по кислороду и углекислому газу (VE/VO_2 и VE/VCO_2); определение точки, в которой систематическое увеличение кислорода на вдохе происходит без снижения давления углекислого газа.

Дополнительным преимуществом данной методики перед обычной ВЭМ является возможность проведения теста у пациентов с измененной электрокардиограммой (ЭКГ), когда из-за изменений желудочкового комплекса невозможно оценить состояние миокарда (блокада левой ножки пучка Гиса, работа электрокардиостимулятора, систолическая перегрузка левого желудочка и т.д.), так как в данном случае контроль безопасности происходит не только за счет ЭКГ-картины, как при обычной велоэргометрии, но и за счет спирометрических показателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для оценки состояния сердечно-сосудистой системы, ТФН, стратификации сердечно-сосудистых рисков, трудового прогноза с целью персонификации лечебных и реабилитационных мероприятий, а также для экспертизы стойкой утраты трудоспособности пациентов после КШ необходимо использовать нагрузочные тесты.

Для решения поставленных задач наиболее значимым, перспективным и безопасным нагрузочным тестом является спировелоэргометрия, которая обладает высокой прогностической способностью и позволяет наиболее точно и информативно оценить физическую работоспособность пациента на разных этапах послеоперационного периода КШ.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Автор заявляет об отсутствии источника финансирования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность д-ру мед. наук, профессору, члену-корреспонденту РАН, директору НИИ КПССЗ О.А. Барбараш; д-у мед. наук, зав. лабораторией реабилитации отдела мультифокального атеросклероза НИИ КПССЗ С.А. Помешкиной.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Бокерия Л.А., Ступаков И.Н., Гудкова Р.Г. Особенности статистики службы сердечно-сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии в РФ. *Здравоохранение*. 2013; 5: 22–32. [Bokeriya L.A., Stupakov I.N., Gudkova R.G. Features of statistics of the service of cardiovascular and endovascular surgery in the Russian Federation. *Zdravoobranenie*. 2013; 5: 22–32 (in Russ.)].
2. Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галаяудинов Д.М., Власова Э.Е. Современные тенденции в коронарной хирургии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017; 21 (3S): 34–44. [Akchurin R.S., Shiryaev A.A., Vasiliev V.P., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E. Modern trends in coronary surgery. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2017; 21 (3S): 34–44. DOI: 10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44 (in Russ.)].
3. Бокерия Л.А., Бухарин В.А., Работников В.С., Алшибая М.Д. Хирургическое лечение больных ишемической болезнью сердца с поражением брахиоцефальных артерий. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006: 176. [Bokeriya L.A., Bukharin V.A., Rabotnikov V.S., Alshibaya M.D. Surgical treatment of patients with ischemic heart disease with brachiocephalic arteries. Moscow: NTSSKhim. A.N. Bakuleva RAMN Publ., 2006: 176 (in Russ.)].
4. Osnabrugge R.L., Kappetein A.P., Head S.J., Kolh P. Doing better in more complex patients: leading the way for QUIP. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 49 (2): 397–398. DOI: 10.1093/ejcts/ezv262.
5. Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галаяудинов Д.М., Саличкин Д.В. Коронарное шунтирование с применением операционного микроскопа при диффузном поражении коронарных артерий. *Евразийский кардиологический журнал*. 2017; 3: 18–19. [Akchurin R.S., Shiryaev A.A., Vasiliev V.P., Galyautdinov D.M., Salichkin D.V. Coronary shunting with the use of an operating microscope for diffuse lesions of the coronary arteries. *Eurasian Heart Journal*. 2017; 3: 18–19 (in Russ.)].
6. Гайфулин Р.А., Сумин А.Н., Иванов С.В., Барбараш Л.С. Выживаемость после хирургического лечения больных с мультифокальным атеросклерозом в различных возрастных группах. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017; 2: 6–18. [Gajfulin R.A., Sumin A.N., Ivanov S.V., Barbarash L.S. Survival after surgical treatment of multifocal atherosclerosis in different age groups. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2017; 2: 6–18 (in Russ.)]. DOI: 10.17802/2306-1278-2017-2-6-18. URL: elibrary.ru/download/elibrary_29422229_92494637.pdf

7. Бойцов С.А., Самородская И.В. Сравнение показателей смертности от инфаркта миокарда в регионах Российской Федерации в 2006 и 2015 гг. *Профилактическая медицина*. 2017; 20 (3): 11–16. [Boitsov S.A., Samorodskaya I.V. Comparison of mortality rate from myocardial infarction in the regions of the Russian Federation in 2006 and 2015. *Profilakticheskaya meditsina*. 2017; 20 (3): 11–16. DOI: 10.17116/profmed201720311-16 (in Russ.)].
8. Montalescot G., Andersen H.R., Antoniucci D., Betriu A., de Boer M.J., Grip L. et al. Recommendations on percutaneous coronary intervention for the reperfusion of acute ST elevation myocardial infarction. *Heart*. 2004; 90: 18–27. DOI: 10.1136/hrt.2003.016014. URL: p.360pubmed.com/pmc/articles/PMC1768296/
9. Yates B.C., Pozehl B., Kupzyk K., Epstein C.M., Deka P. Are heart failure and coronary artery bypass surgery patients meeting physical activity guidelines? *Rehabil. Nurs*. 2017; 42 (3): 119–124. DOI: 10.1002/rnj.257.
10. McGregor G., Nichols S., Hamborg T., Bryning L., Tudor-Edwards R., Markland D. et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity steady-state training in UK cardiac rehabilitation programmes (HIIT or MISS UK): study protocol for a multicenter randomised controlled trial and economic evaluation. *BMJ Open*. 2016; 6 (11): 128–143. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-012843. URL: p.360pubmed.com/pmc/articles/PMC5129054.
11. Huang S.C., Wong M.K., Lin P.J., Tsai F.C., Chu J.J., Wu M.Y. et al. Short-term intensive training attenuates the exercise-induced interaction of mono-1/2 cells and platelets after coronary bypass in cardiac patients. *Thromb. Haemost.* 2017; 117 (9): 1761–1771. DOI: 10.1160/th17-03-0184.
12. Bjarnason-Wehrens B., Mc Ge E.H., Zwisler A.D., Piepoli M.F., Benzer W., Schmid J.P. et al. Cardiac rehabilitation in Europe: results from the European Cardiac Rehabilitation Inventory Survey. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 2010; 17 (4): 410–418. DOI: 10.1097/hjr.0b013e328334f42d.
13. Суджаева С.Г., Суджаева О.А., Губич Т.С., Казаева Н.А., Ганич М.А. Национальные рекомендации. Реабилитация больных кардиологического и кардиохирургического профиля (кардиологическая реабилитация). Минск, 2010: 236. [Sudzhaeva S.G., Sudzhaeva O.A., Gubich T.S., Kazaeva N.A., Ganich M.A. National recommendations. Rehabilitation of cardiological and cardiac surgical patients (cardiac rehabilitation). Minsk, 2010: 236 (in Russ.)].
14. Hillis L.D., Smith P.K., Anderson J.L., Bittl J.A., Bridges C.R., Byrne J.G. et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: Executive Summary. *Circulation*. 2011; 6: 654–735. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.08.008. URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109711029482?via%3Dihub.
15. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.-P., Cremer J., Falk V. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 2014; 35: 2541–2619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu278. URL: academ-ic.oup.com/eurheartj/article/35/37/2541/581070.
16. Бокерия Л.А., Аронов Д.М. Российские клинические рекомендации. Коронарное шунтирование больных ишемической болезнью сердца: реабилитация и вторичная профилактика. М., 2016: 67. [Bokeriya L.A., Aronov D.M. Coronary artery bypass grafting in patients with ischemic heart disease: rehabilitation and secondary prevention. Moscow, 2016: 67 (in Russ.)].
17. Помешкина С.А., Кондрикова Н.В., Крупянко Е.В., Каган Е.С., Барбараш О.Л. Анализ подходов к оценке стойкой утраты трудоспособности у пациентов, подвергшихся коронарному шунтированию. *Кардиология*. 2013; 53 (7): 62–66. [Pomeshkina S.A., Kondrikova N.V., Krupyanko E.V., Kagan E.S., Barbarash O.L. Analysis of approaches to assessment of persistent loss of capacity to work in patients who had undergone coronary bypass surgery. *Cardiology*. 2013; 7: 62–66 (in Russ.)]. URL: elibrary.ru/download/elibrary_20503334_76137368.pdf.
18. Zielinska D., Bellwon J., Rynkiewicz A., Elkady M.A. Prognostic value of the six-minute walk test in heart failure patients undergoing cardiac surgery: a literature review. *Rehabil. Res. Pract.* 2013; 2013: 965–969. DOI: 10.1155/2013/965494. URL: www.hindawi.com/journals/rerp/2013/965494/
19. Rocco I.S., Viceconte M., Pauletti H.O., Matos-Garcia B.C., Marcondi N.O., Bublitz C. et al. Oxygen uptake on-kinetics during six-minute walk test predicts short-term outcomes after off-pump coronary artery bypass surgery. *Disabil Rehabil.* 2017; 26: 1–7. DOI: https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1401673. URL: www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638288.2017.1401673.
20. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2003: 296. [Aronov D.M., Lupanov V.P. Functional tests in cardiology. 2nd ed. Moscow: MEDpress-inform Publ., 2003: 296 (in Russ.)].
21. Fletcher G.F., Ades P.A., Kligfield P., Arena R., Balady G.J., Bittner V.A. et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013; 128 (8): 873–934. doi.org/10.1161/hc3901.095960. URL: circ.ahajournals.org/content/104/14/1694.
22. Нечаева Г.И., Фисун Н.И., Друк И.В., Янковский Е.Б., Морозов С.Л. Сравнительная оценка функциональных нагрузочных проб в диагностике стенокардии: обзор. *Сердце*. 2008; 7 (2): 91–97. [Nechaeva G.I., Fisun N.I., Druk I.V., Yankovskiy E.B., Morozov S.L. Comparative evaluation of functional stress tests in the diagnosis of angina: an overview. *Heart*. 2008; 7 (2): 91–97 (in Russ.)]. URL: elibrary.ru/download/elibrary_10441649_77631509.pdf
23. Data D., Normandin E., Zu Wallack R. Cardiopulmonary exercise testing in the assessment of exertional dyspnea. *Ann. Thorac. Med.* 2015; 10 (2): 77–86. doi.org/10.4103/1817-1737.151438. URL: www.thoracic-medicine.org/article.asp?issn=1817737;year=2015;volume=10;issue=2;spage=77;epage=86;aulast=Datta

24. Myers J., Arena R., Cahalin L.P. Cardiopulmonary exercise testing in heart failure. *Curr. Probl. Cardiol.* 2015; 40 (8): 322–372. doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2015.01.009. URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0146280615000109?via%3Dihub
25. Мухарлямов Ф.Ю., Сычёва М.Г., Рассулова М.А. Программы медицинской реабилитации больных после аортокоронарного шунтирования. *Доктор.ру.* 2016; 12 (129): 7–10. [Mukharlyamov Yu., Sychyova M. G., Rassulova M.A. Programs of medical rehabilitation after coronary artery bypass grafting. *Doctor.ru.* 2016; 12 (129): 7–10 (in Russ.)].
26. Tomazini Nesello P.F., Tairova O., Tairova M., Gracioli L., Baroni A., Comparsi E. et al. Treatment of the Aged Patients at a Large Cardiac Rehabilitation Center in the Southern Brazil and Some Aspects of Their Drop-out from the Therapeutic Programs. *Open Access Maced J. Med. Sci.* 2016; 4 (4): 654–660. doi.org/10.3889/oamjms.2016.125. URL: www.id-press.eu/mjms/article/view/oamjms.2016.125
27. Ansari B., Qureshi M.A., Zohra R.R. Effect of exercise training program in post-CRET post-CABG patients with normal and subnormal ejection fraction (EF > 50% or < 50%) after coronary artery bypass grafting surgery. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2014; 27 (6): 2157–2163.
28. Salzwedel A., Reibis R., Wegscheider K., Eichler S., Buhler H., Kaminski S. et al. Cardiopulmonary exercise testing is predictive of return to work in cardiac patients after multicomponent rehabilitation. *Clin. Res. Cardiol.* 2016; 105 (3): 257–267. doi.org/10.1007/s00392-015-0917-1. URL: link.springer.com/article/10.1007%2Fs00392-015-0917-1
29. Таран И.Н., Валиева З.С., Мартынюк Т.В., Чазова И.Е. Спировелоэргометрия в стратификации риска пациентов с легочной артериальной гипертензией и хронической тромбоэмболической легочной гипертензией. *Евразийский кардиологический журнал.* 2017; 4: 86–99. [Taran I.N., Valieva Z.S., Martynyuk T.V., Chazova I.Ye. Cardiopulmonary exercise testing in risk stratification in patients with pulmonary arterial hypertension and chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Eurasian Heart Journal.* 2017; 4: 86–99 (in Russ.)]. URL: elibrary.ru/download/elibrary_30579592_70575539.pdf
30. Skalski J., Allison T.G., Miller T.D. The safety of cardiopulmonary exercise testing in a population with high-risk cardiovascular diseases. *Circulation.* 2012; 126(21): 2465–2472. doi.org/10.1161/circulationaha.112.110460. URL: circ.ahajournals.org/content/126/21/2465.
31. Tsai S.W., Lin Y.W., Wu S.K. The effect of cardiac rehabilitation on recovery of heart rate over one minute after exercise in patients with coronary artery bypass graft surgery. *Clin. Rehabil.* 2005; 19 (8): 843–849. doi.org/10.1191/0269215505cr915oa. URL: journals.sagepub.com/doi/10.1191/0269215505cr915oa.
32. Tsuboi Y., Tanaka H., Nishio R., Sawa T., Terashita D., Nakayama K. et al. Associations of exercise tolerance with hemodynamic parameters for pulmonary arterial hypertension and for chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *J. Cardiopulm. Rehabil. Prev.* 2017; 37 (5): 341–346. doi.org/10.1097/hcr.000000000000257. URL: insights.ovid.com/crossref?an=01273116-201709000-00008
33. Galie N., Humbert M., Vachiery J.L., Gibbs S., Lang I., Torbicki A. et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *European Heart Journal.* 2016; 37 (1): 67–119. doi.org/10.1183/13993003.51032-2015. URL: erj.ersjournals.com/content/46/6/1855
34. Tan S.J., Allen J.C., Tan S.Y. Determination of ideal target exercise heart rate for cardiac patients suitable for rehabilitation. *Clin. Cardiol.* 2017; 40 (11): 1008–1012. doi.org/10.1002/clc.22758. URL: onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/clc.22758
35. Корецкий С.Н., Шабалкин Б.В., Жбанов И.В., Стоногин А.В., Овчинников Р.С., Свет А.В. и др. Оценка эффективности физических тренировок у пациентов группы среднего и высокого риска после аортокоронарного шунтирования с помощью эргоспирометрии. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2009; 6 (2): 12–15. [Koretskiy S.N., Shabalkin B.V., Zhananov I.V., Stonogin A.V., Ovchinnikov R.S., Svet A.V. et al. Evaluation of physical training efficiency using ergospirometry in patients with moderate or high risk after coronary bypass grafting. *Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2009; 6 (2): 12–15 (in Russ.)].
36. Кербилов О.Б., Аверьянов А.В., Борская Е.Н., Крутова Т.В. Кардиопульмональное нагрузочное тестирование в клинической практике. *Клиническая практика.* 2012; 2 (10): 58–70. [Kerbikov O.B., Averyanov A.V., Borskaya E.N., Krutova T.V. Cardiopulmonary exercise testing in clinical practice. *Clinical Practice.* 2012; 2 (10): 58–70 (in Russ.)].

Поступила в редакцию 20.03.2018

Подписана в печать 09.11.2018

Иноземцева Анастасия Анатольевна, канд. мед. наук, науч. сотрудник, лаборатория реабилитации, отдел мультифокального атеросклероза, НИИ КПССЗ; Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово. ORCID ID 0000-0002-6868-4205.

✉ **Иноземцева Анастасия Анатольевна**, e-mail: nastya060988@yandex.ru.

УДК 616.132.2-089:612.176]-036.8

<https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-4-221-228>

For citation: Inozemtseva A.A. The use of stress test in patients after coronary artery bypass grafting to assess the effectiveness of surgery, determination of rehabilitation possibilities and prognosis. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2018; 17 (4): 221–228.

The use of stress test in patients after coronary artery bypass grafting to assess the effectiveness of surgery, determination of rehabilitation possibilities and prognosis

Inozemtseva A.A.^{1,2}

¹ *Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases
6, Sosnovui Blv., Kemerovo, 650002, Russian Federation*

² *Kemerovo State Medical University
22a, Vorochilov Str., Kemerovo, 650056, Russian Federation*

ABSTRACT

The review provides the data on current approaches on the use of stress tests to determine the programs, rehabilitation terms and the prognosis in patients who have undergone coronary artery bypass grafting (CABG). The experience of foreign and Russian clinics shows the necessity and relevance of stress testing in this category of patients. However, currently there are no clear recommendations on the terms and methods of stress testing in patients who underwent CABG. The widespread introduction of stress testing in general and spiroveloergometry in particular into practical medicine will allow for the production of personalized training programs and for the evaluation of the patient's prognosis, rehabilitation and labour potential.

Key words: stress tests, cardiac rehabilitation, coronary artery bypass grafting, physical trainings, spiroveloergometry.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

Received 20.03.2018

Accepted 09.11.2018

Inozemtseva Anastasya A., PhD, Junior Resecher, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases; Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation. ORCID iD 0000-0002-6868-4205.

(✉) Inozemtseva Anastasya A., e-mail: nastya060988@yandex.ru.