

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ, СПОСОБЫ РЕЗЕРВОМЕТРИИ

## ЗНАЧЕНИЕ СПИРОЭРГОМЕТРИИ В КОНТРОЛЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ 4-Х НЕДЕЛЬНОГО КУРСА АМБУЛАТОРНОЙ КАРДИОРЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА

УДК 616.127-005.8

**Довгальюк Ю.В., Мишина И.Е.**

*Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России, Иваново, Россия*

## THE ROLE OF SPIROERGOMETRIYA IN EFFICIENCY CONTROL OF THE 4-WEEK COURSE OF OUT-PATIENT CARDIOREHABILITATION OF PATIENTS WITH THE MYOCARDIAL INFARCTION

**Dovgalyuk Y.V., Mishina I.E.**

*Ivanovo State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia, Ivanovo, Russia*

### Введение

Инфаркт миокарда (ИМ) остаётся одной из ведущих болезней системы кровообращения в России, при которой наблюдается высокая смертность и высокая частота потери трудоспособности [1–3]. Благодаря внедрённым реабилитационным программам в последние десятилетия удалось существенно изменить ситуацию и способствовать возвращению к трудовой деятельности и сохранению качества жизни до 80% и более больных [4–6].

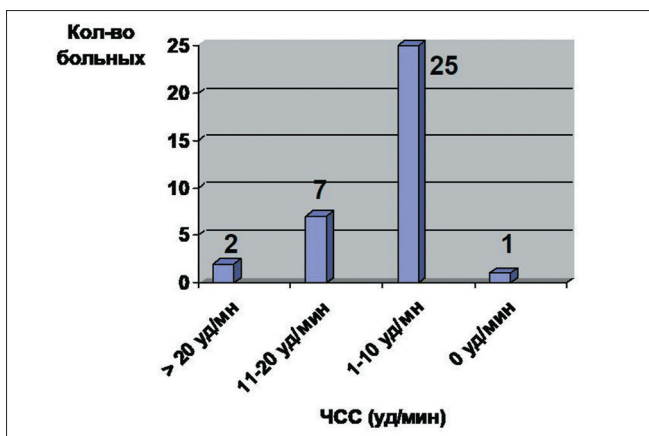
Способность к выполнению физической нагрузкой напрямую связана с возможностью сердечно-сосудистой системы обеспечивать ткани кислородом (O<sub>2</sub>), а системы дыхания освободиться от углекислого газа (CO<sub>2</sub>) [7, 8]. Как показали результаты последних исследований, нагрузочное тестирование с дополнительным измерением параметров газообмена – спироэргометрия (СЭМ) предоставляет более точную диагностическую и прогностическую информацию о состоянии больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, чем велоэргометрия и тредмил-тест [9, 10].

Целью настоящего исследования явилась оценка эффективности 4-х недельного курса амбулаторной карди-

ореабилитации (КР) больных ИМ, включавшего физические тренировки, в условиях поликлинического отделения клиники ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России (далее-ФГБОУ ВО «ИвГМА») методом СЭМ.

### Материал и методы исследования

В исследование включены 35 пациентов (29 мужчин – 82,9% и 6 женщин – 17,1%), перенесших ИМ, направленных после пребывания в условиях дневного кардиореабилитационного стационара на поликлинический этап медицинской реабилитации. Средний возраст обследованных составил 59,3±8,5 лет. Всем пациентам перед началом и после окончания курса КР проведена СЭМ согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов [11] с определением следующих показателей: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), мощность нагрузки (М, Вт), общее время тестирования (сек), потребление кислорода (VO<sub>2</sub>, мл/мин/кг) исходно, в точке аэробного порога (АП) и при пороговой нагрузке.



**Рис. 1.** Различия тренировочной ЧСС, определенной в точке АП по СЭМ, и тренировочной ЧСС, рассчитанной по формуле Карвонена, при ВЭМ

Амбулаторная программа физической реабилитации включала в себя 12 ЭКГ-контролируемых велотренировок на ножном эргометре фирмы LODE (Голландия) с периодичностью 3 раза в неделю (всего 4 недели) и продолжительностью одной сессии 30 минут. Каждая велотренировка состояла из вводной (разминочной), основной и заключительной частей. Контроль ЭКГ в 12-ти отведениях осуществлялся с помощью программного обеспечения компьютерного комплекса «Мультитренер» (ООО «НейроСофт», Иваново). В качестве тренировочной использована ЧСС, соответствующая моменту наступления АП, определенного с помощью СЭМ до начала курса КР. При проведении велотренировок использовался режим биологической обратной связи с сохранением заданной постоянной ЧСС и «плавающей» мощностью нагрузки.

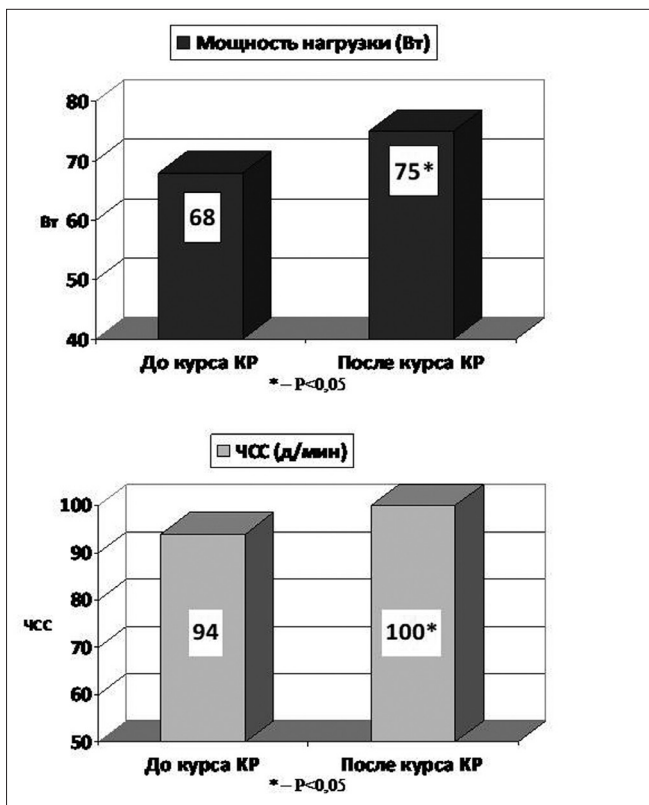
Статистическая обработка полученных результатов проведена с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 непараметрическими методами. Значения показателя представлены в виде медианы (Ме), 25-й и 75-й перцентилей (25;75). Достоверность различий рассчитывались с использованием критерия Вилкоксона. Различия между изучаемыми показателями считались достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования**

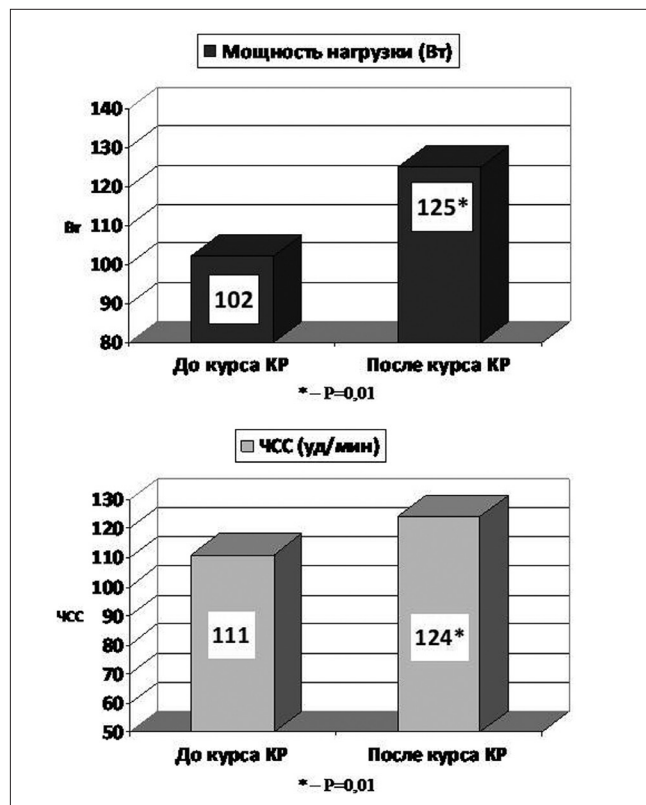
Известно, что тренировочная ЧСС по данным велоэргометрии определяется расчетным способом по формуле Карвонена [12]. Мы сопоставили эргометрическую и спирометрическую части протокола СЭМ с целью сравнения тренировочной ЧСС, определенной методом Карвонена, и ЧСС в точке АП по данным СЭМ. У большинства пациентов (25 человек) разница расчетной тренировочной ЧСС и ЧСС, соответствующей АП при СЭМ, находилась в интервале от 1 до 10 уд/мин, у 7 больных – в пределах 11–20 уд/мин у 2 пациентов она превышала 20 уд/мин. Только у одного пациента тренировочная ЧСС по данным ВЭМ и ЧСС в точке АП совпали.

При анализе эргометрических показателей СЭМ установлено, что после окончания курса КР переход на анаэробное окисление (АП) наступал у больных при нагрузке большей мощности, чем до начала КР (75(64; 89) Вт против 68(55; 78) Вт,  $p < 0,05$ ). При этом ЧСС в точке АП после КР (100 (92; 111) уд/мин) оказалась достоверно ( $p < 0,05$ ) выше значения аналогичного показателя до начала курса КР (94 (87; 103) уд/мин).

После завершения КР пороговая мощность выполненной нагрузки увеличилась со 102 (83; 125) до 125 (106; 138) Вт ( $p = 0,01$ ), а максимальная ЧСС возросла со 111 (101; 124) до 124 (117; 141) уд/мин ( $p = 0,01$ ).



**Рис. 2.** Динамика значений мощности нагрузки и ЧСС в точке анаэробного порога (АП)



**Рис. 3.** Динамика значений мощности нагрузки и ЧСС при пороговой нагрузке

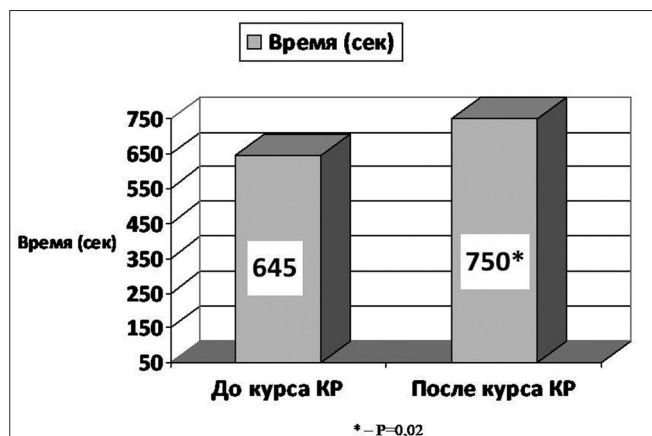


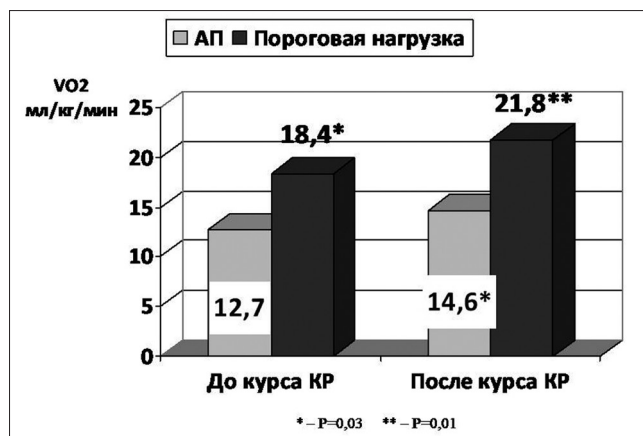
Рис. 4. Динамика общей продолжительности СЭМ

При этом общая продолжительность тестирования после завершения КР составила 750 (605; 870) сек, статистически значимо больше, чем до ее начала – 645 (468; 760) сек. ( $p=0,02$ ).

Результаты СЭМ-пробы показали, что велотренировки в течение 4-х недель с индивидуально подобранной ЧСС привели к статически значимому увеличению потребления кислорода ( $VO_2$ ) в точке АП с 12,7 (9,7; 15,2) мл/кг/мин до 14,6 (12,8; 17,0) мл/кг/мин ( $p=0,03$ ), при этом максимальное потребление кислорода при пороговой нагрузке возросло с 18,4 (14,5; 21,1) мл/кг/мин до 21,8 (19,1; 24,1) мл/кг/мин ( $p=0,01$ ).

#### Выводы

1. Использование метода спироэргометрии у больных, перенесших инфаркт миокарда, позволяет опреде-

Рис. 5. Динамика потребления кислорода ( $VO_2$ ) в точке АП и при пороговой нагрузке

лить индивидуальный аэробный порог и соответствующую ему ЧСС, которая в большинстве случаев не соответствует показателям, полученным при ВЭМ-пробе.

2. Проведение физических тренировок с нагрузкой по ЧСС, соответствующей аэробному порогу, приводит к достоверному увеличению продолжительности и мощности выполненной нагрузки, увеличению максимального потребления кислорода, более позднему переходу на анаэробный путь синтеза энергии.
3. Полученные результаты свидетельствуют о повышении толерантности к физической нагрузке у больных инфарктом миокарда в частности, и улучшения их функционирования в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сборник статистических материалов по болезням системы кровообращения. Стат.сб.: Минздрав России. – М., 2017. с. 65–67.
2. Hartley A, Marshall DC, Saliccioli JD, Sikkil MB, Maruthappu M, Shalhoub J. Trends in mortality from ischemic heart disease and cerebrovascular disease in Europe: 1980 to 2009//Circulation 2016;133 (20):1916–1926.
3. Townsend N, Wilson L, Bhatnagar P, Wickramasinghe K, Rayner M, Nichols M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016// Eur Heart J 2016;37 (42):3232–3245.
4. Иванова Г.Е., Аронов Д.М., Бубнова М.Г. и др. Пилотный проект «Развитие системы медицинской реабилитации в Российской Федерации». Системы контроля и мониторинга эффективности медицинской реабилитации при остром инфаркте миокарда // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2016. – Т. 21, № 1. – С. 15–18.
5. Бубнова М.Г., Аронов Д.М., Иванова Г.Е. и др. Пилотный проект «Развитие системы реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями в лечебных учреждениях субъектов Российской Федерации». Результаты трехлетнего наблюдения // Вестник восстановительной медицины. – 2016. – № 4 (74). – С. 2–11.
6. Новые подходы к реабилитации и вторичной профилактике у больных, перенесших острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы / под ред. Д.М. Аронов, М.Г. Бубнова. – изд.: Общероссийская общественная организация «Общество специалистов по сердечной недостаточности» // Кардиология. – 2015. – Т.55. – с.125–132.
7. Кербилов О.Б., Аверьянов А.В., Борская Е.Н. и др. Кардиопульмональное нагрузочное тестирование в клинической практике// Клиническая практика. – 2012. – №2. – С.58–70.
8. Постникова Л.Б., Доровской И.А., Костров В.А. и др. Возможности кардиопульмонального нагрузочного тестирования в оценке физической работоспособности и функционального состояния дыхательной системы у здоровых лиц // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – №1(8). – С.35–42.
9. Datta D., Normandin E., ZuWallack R. Cardiopulmonary exercise testing in the assessment of exertional dyspnea. Ann. Thorac. Med. 2015; 10 (2): 77–86.
10. Myers J., Arena R., Cahalin L.P., et al. Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure. Curr. Probl. Cardiol. 2015; 40 (8): 322–72.
11. Ватутин Н.Т., Смирнова А.С., Гасендич Е.С., Тов И.В. Современный взгляд на кардиопульмональное нагрузочное тестирование (обзор рекомендаций ЕАСРР/АНА, 2016) //Архив внутренней медицины. –2017. – №7(1). – С.5–14.
12. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study// Ann Med Exp Biol Fenn. 1957;35(3):307–15.

#### REFERENCES:

1. Sbornik statisticheskikh materialov po boleznyam sistemy krovoobrashcheniya. Stat.sb.: Minzdrav Rossii. – М., 2017. s. 65–67.
2. Hartley A, Marshall DC, Saliccioli JD, Sikkil MB, Maruthappu M, Shalhoub J. Trends in mortality from ischemic heart disease and cerebrovascular disease in Europe: 1980 to 2009//Circulation 2016;133 (20):1916–1926.
3. Townsend N, Wilson L, Bhatnagar P, Wickramasinghe K, Rayner M, Nichols M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016// Eur Heart J 2016;37 (42):3232–3245.

4. Ivanova G.E., Aronov D.M., Bubnova M.G. i dr. Pilotnyj proekt «Razvitie sistemy medicinskoj rehabilitacii v Rossijskoj Federacii». Sistemy kontrolya i monitorirovaniya effektivnosti medicinskoj rehabilitacii pri ostrom infarkte miokarda // Vestnik Ivanovskoj medicinskoj akademii. – 2016. – Т. 21, № 1. – С. 15–18.
5. Bubnova M.G., Aronov D.M. Ivanova G.E. i dr. Pilotnyj proekt «Razvitie sistemy rehabilitacii bol'nyh s serdechno-sosudistymi zabolevanijami v lechebnyh uchrezhdenijah sub"ektov Rossijskoj Federacii». Rezul'taty trekhletnego nablyudeniya // Vestnik vosstanovitel'noj mediciny. – 2016. – № 4 (74). – С. 2–11.
6. Novye podhody k rehabilitacii i vtorichnoj profilaktike u bol'nyh, perenessih ostryj infarkt miokarda s pod'emom segmenta ST elektrokardiogrammy / pod red. D.M. Aronov, M.G. Bubnova. – izd.: Obshcherossijskaya obshchestvennaya organizaciya «Obshchestvo specialistov po serdechnoj nedostatochnosti» // Kardiologiya. – 2015. – Т.55. – с.125–132.
7. Kerbikov O.B., Aver'yanov A.V., Borskaya E.N. i dr. Kardiopul'monal'noe nagruzochnoe testirovanie v klinicheskoj praktike// Klinicheskaya praktika. – 2012. – №2. – С.58–70.
8. Postnikova L.B., Dorovskoj I.A., Kostrov V.A. i dr. Vozmozhnosti kardiopul'monal'nogo nagruzochnogo testirovaniya v ocenke fizicheskoj rabotosposobnosti i funkcional'nogo sostoyaniya dyhatel'noj sistemy u zdorovyh lic// Vestnik sovremennoj klinicheskoj mediciny. – 2015.– №1(8). – С.35–42.
9. Datta D., Normandin E., ZuWallack R. Cardiopulmonary exercise testing in the assessment of exertional dyspnea. Ann. Thorac. Med. 2015; 10 (2): 77–86.
10. Myers J., Arena R., Cahalin L.P., et al. Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure. Curr. Probl. Cardiol. 2015; 40 (8): 322–72.
11. Vatutin N.T., Smirnova A.S., Gasendich E.S., Tov I.V. Sovremennyy vzglyad na kardiopul'monal'noe nagruzochnoe testirovanie (obzor rekomendacij EACPR/AHA, 2016) //Arhiv" vnutrennej mediciny. –2017. – №7(1). – С.5–14.
12. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study// Ann Med Exp Biol Fenn. 1957;35(3):307–15.

## РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты контроля эффективности 4-х недельного курса амбулаторной кардиореабилитации больных инфарктом миокарда с использованием физических тренировок в условиях поликлинического отделения клиники ФГБОУ ВО «ИвГМА» методом спироэргометрии. Исследование продемонстрировало, что использование метода спироэргометрии у больных после инфаркта миокарда позволяет определить индивидуальный аэробный порог и соответствующую ему ЧСС. Проведение физических тренировок с ЧСС, соответствующей аэробному порогу, приводит к достоверному увеличению продолжительности и мощности выполненной нагрузки, увеличению максимального потребления кислорода, более позднему переходу на анаэробный путь синтеза энергии. Полученные данные свидетельствуют о повышении толерантности к физической нагрузке у больных инфарктом миокарда в частности, и улучшения их функционирования в целом.

**Ключевые слова:** амбулаторная кардиореабилитация, инфаркт миокарда, спироэргометрия, аэробный порог, максимальное потребление кислорода, толерантность к физической нагрузке.

## ABSTRACT

The results of efficiency control of a 4-week course of out-patient cardiorehabilitation including physical trainings in patients with a myocardial infarction provided by a spiroergometriya method in the ambulatory department of Ivanovo State Medical Academy clinic are present in the article. The research showed that use of a spiroergometriya method in patients after myocardial infarction allows to define an individual aerobic threshold and corresponding to it heart rate. Physical trainings with heart rate corresponding to an aerobic threshold leads to reliable increase in duration and power of the executed loading, increase in the maximum oxygen consumption, later transition to an anaerobic way of synthesis of energy. The received results demonstrate increase the physical tolerance in patients with a myocardial infarction in particular, and improvements of their functioning in general.

**Keywords:** out-patient cardiorehabilitation, myocardial infarction, spiroergometriya, aerobic threshold, the maximum oxygen consumption, tolerance to an exercise stress.

### Контакты:

**Довгалюк Юрий Викторович.** E-mail: yuriy.d@mail.ru