

Концепт выбора эффективных программ физической реабилитации у больных ишемической болезнью сердца

Лямина Н. П.^{1,2}, Карпова Э. С.¹

¹Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Саратов; ²ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» ДЗМ. Москва, Россия

Цель. Определить целесообразность комплексного подхода на основе функциональных и биохимических маркеров к определению индивидуальной толерантности к физической нагрузке (ТФН), с целью выбора эффективной программы физической реабилитации у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST (ОКС \downarrow ST) после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ).

Материал и методы. В проспективное исследование включены 80 пациентов с ОКС \downarrow ST, которым выполнена коронарная реваскуляризация. Через месяц после острого коронарного события и проведения ЧКВ пациентов приглашали для участия в программах кардиореабилитации, в т.ч. с включением физических тренировок (ФТ). С целью выбора программы физической реабилитации проводились общеклиническое обследование, оценка риска сердечно-сосудистых осложнений при ОКС \downarrow ST и индивидуальная ТФН. Индивидуальная ТФН оценивалась по результатам нагрузочного теста и биохимическим маркерам, характеризующим метаболические процессы при аэробных физических нагрузках. Нагрузочный тест выполняли на тредмиле «Marquette-Hellige 2000» (протокол Bruse). По результатам нагрузочного теста и биохимических маркеров пациентам рекомендовали дозированную ходьбу или назначали короткий курс ФТ с интенсивностью 60% от пороговой мощности.

Результаты. По окончании короткого цикла программ ФТ достоверно значимое увеличение минутного потребления кислорода (МПК) отмечено у 72,5%. Из оставшихся 27,5% пациентов, у 15,5% прирост МПК был достоверно незначимым, а у 12% МПК остался на исходном уровне. Анализ биохимических маркеров в динамике у этих пациентов демонстрировал устойчиво повышенные

значения, как в постангрузочный период, так и после завершения ФТ. Уровень мочевины и креатинина увеличился на 16,7% по сравнению с исходными постангрузочными показателями. Уровень креатинфосфокиназы уменьшился на 16-24% от постангрузочного. Уровень миоглобина составил 106,2 \pm 8,4 мкг/л vs исходного 90,2 \pm 6,2 мкг/л. Кроме того, общая продолжительность ФТ у этих пациентов была меньше заявленной и составила 1200 MET-мин.

Заключение. Таким образом, ориентируясь на исходный уровень МПК при определении тренирующей нагрузки не всегда можно получить ожидаемое повышение физической работоспособности. В этом случае оценка динамики изменений уровня биохимических показателей крови на проделанную мышечную работу позволяют диагностировать признаки перенапряжения под воздействием физических нагрузок, что дает возможность своевременно корректировать уровень тренировочной нагрузки.

Ключевые слова: физические нагрузки, толерантность к физическим нагрузкам, биохимические маркеры.

Конфликт интересов: не заявлен.

Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019;18(2):13–19
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2019-2-13-19>

Поступила 25/05-2018

Рецензия получена 08/06-2018

Принята к публикации 06/08-2018



Concept of choosing of physical rehabilitation programs for patients with coronary artery disease

Lyamina N. P.^{1,2}, Karpova E. S.¹

¹V. I. Razumovsky Saratov State Medical University. Saratov; ²Moscow Department of Public Health Moscow Center for Research and Practice in Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine Russia. Moscow, Russia

Aim. To determine the feasibility of complex approach for the determination of individual tolerance to physical activity based on functional and biochemical markers, in order to choose an effective program of physical rehabilitation for patients with non-ST elevation acute coronary syndrome (NSTEMI) after percutaneous coronary intervention (PCI).

Material and methods. A prospective study included 80 patients with NSTEMI who underwent coronary revascularization. One month after the acute coronary event and conducting PCI, patients were invited to

participate in cardiac rehabilitation programs, including with the inclusion of exercise program. In order to select a program of physical rehabilitation, a general clinical examination, an assessment of the risk of cardiovascular complications in NSTEMI, and an individual tolerance to physical activity were carried out. Individual tolerance to physical activity was assessed by the results of a loading test and biochemical markers characterizing metabolic processes during aerobic exercise. A loading test was performed on the Marquette-Hellige 2000 treadmill (Bruse protocol). According to the results of the exercise test and

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

Тел.: +7 (917) 213-83-72

e-mail: Ella.doc@rambler.ru

[Лямина Н. П. — д.м.н., профессор, заместитель директора, ²зав. отделом медицинской реабилитации, ORCID: 0000-0001-6939-3234, Карпова Э. С. — к.м.н., н.с. отдела атеросклероза и ишемической болезни сердца, ORCID: 0000-0003-0869-2307].

biochemical markers, patients were recommended to controlled walking or prescribed a short course of exercises with an intensity of 60% of the threshold power.

Results. At the end of the short cycle of the exercise program, a significant increase of the minute oxygen consumption (MOC) was observed in 72,5%. In 15,5% of the remaining patients the increase of MOC was insignificant, and in 12% MOC remained at the initial level. The analysis of biochemical markers in the dynamics of these patients showed consistently elevated values. The level of urea and creatinine increased by 16,7% compared with baseline afterload parameters. The level of creatine phosphokinase decreased by 16-24% of the afterload data. Myoglobin level was $106,2 \pm 8,4 \mu\text{g/l}$ vs baseline $90,2 \pm 6,2 \mu\text{g/l}$. In addition, the total duration of exercise programs in these patients was less than stated.

Conclusion. Thus, focusing on the initial level of the MOC in determining of load is not always possible to obtain the expected increase in physical

performance. In this case, the assessment of biochemical blood changes allows to determine signs of overstrain under the influence of physical exertion, which makes it possible to correct the level of load.

Key words: physical exercises, tolerance to physical activity, biochemical markers.

Conflicts of Interest: nothing to declare.

Cardiovascular Therapy and Prevention. 2019;18(2):13–19
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2019-2-13-19>

Lyamina N. P. ORCID: 0000-0001-6939-3234, Karpova E. S. ORCID: 0000-0003-0869-2307.

Received: 25/05-2018 **Revision Received:** 08/06-2018 **Accepted:** 06/08-2018

ДХ — дозированная ходьба, ИМ — инфаркт миокарда, КК — креатинкиназа, КФК — креатинфосфокиназа, КФТ — контролируемые физические тренировки, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, МПК — минутное потребление кислорода, НТФН — низкая толерантность к физической нагрузке, ОКС↓ST — острый коронарный синдром без подъема сегмента ST, СЖК — свободные жирные кислоты, УТФН — умеренная толерантность к физической нагрузке, ФА — физическая активность, ФН — физические нагрузки, ФР — физическая реабилитация, ФТ — физические тренировки, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, ЧСС — частота сердечных сокращений.

В настоящее время в рамках развития кардио-реабилитационных программ, отмечается тенденция к их индивидуализации, включению новых методик, расширению показаний для их назначения. В последние два десятилетия были использованы различные модели кардиореабилитации, в настоящее время Минздравом России (Приказ “Порядок организации медицинской реабилитации” № 1705н от 29 декабря 2012г) законодательно утверждена 3-х этапная система кардиореабилитации, которая осуществляется в соответствии с принципами этапности, непрерывности, мультидисциплинарности, обоснованности, индивидуализации [1].

Доминирующим компонентом в программах кардиореабилитации являются программы физической реабилитации (ФР). Доказано, что регулярные аэробные физические тренировки (ФТ) снижают сердечно-сосудистую смертность на 30%, смертность от всех причин на 20%, потребность в госпитализации на 60% и риск повторного инфаркт миокарда (ИМ) на 17% за год [1].

Положительное влияние ФТ на клиническое течение болезни объясняют их доказанными многочисленными позитивными эффектами: антиишемическим, антиатеросклеротическим, антитромботическим, антиаритмическим и психическим [2].

Однако формирование протективных эффектов ФР можно достичь при условии адекватности физических нагрузок (ФН) состоянию организма человека. Построение тренировочного процесса без оценки функционального состояния пациента, без учета резервов ведущих функциональных систем, особенностей энергетического потенциала в аэробных и анаэробных условиях мышечной деятельности, а также оценки психологической готовности, личностной мотивации пациентов может привести

не только к снижению протективных эффектов ФН, но и возникновению патологических состояний.

В этой связи при планировании программ ФР и выборе оптимальных нагрузок необходимо знать уровень индивидуальной физической активности (ФА) и толерантности к ФН (ТФН). Однако ряд исследований показал, что оценка ФА по опросникам является субъективным методом и не дает реальную ее оценку, т.к. существует ряд факторов, которые могут исказить достоверность результатов: необъективная оценка пациентом индивидуальной ФА или недооценка и переоценка функциональных возможностей при выполнении нагрузочного теста [3].

Не всегда хорошая переносимость нагрузочного теста пациентом, отражает степень ее соответствия состоянию организма и уровню его подготовленности. В этом случае существуют информативные биохимические показатели крови, изменение которых происходит под воздействием ФН и зависит от степени тренированности, объема выполненных ФН, их интенсивности, что дает возможность реально оценить физическое состояние пациента, его адаптацию к ФН. Поэтому наряду с оценкой ФА и ТФН, вполне обоснованным является введение в реабилитационную модель определение биохимических маркеров, наиболее информативных для определения степени ФН и утомляемости.

В программах ФР больных ишемической болезнью сердца используются умеренные ФН, которые характеризуется практически полным аэробным энергообеспечением [4]. Существует значительное число показателей, используемых для выявления уровня аэробного механизма преобразования энергии. Наиболее информативными и доступными для определения в клинической практике являются: креатинин, мочевины, свободные жирные кислоты (СЖК), креатинфосфокиназа

(КФК), миоглобин, которые являются основными биохимическими показателями при аэробных ФН и достоверно свидетельствует об ответе организма на аэробную ФН. Все они проверены практикой спортивной медицины и обладают достаточной информативностью [4].

Таким образом, при разработке программы ФТ необходимо учитывать исходную физическую тренированность, особенности метаболических процессов в аэробных и анаэробных условиях мышечной деятельности, в отсутствие чего не происходит формирования протективных эффектов ФН, более того возможно возникновение неблагоприятных состояний.

Цель — определить целесообразность комплексного подхода на основе функциональных и биохимических маркеров к определению индивидуальной ТФН, с целью выбора эффективной программы ФР у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST (ОКС↓ST) после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ).

Материал и методы

В проспективное, клиническое исследование включены пациенты, поступившие в стационар с диагнозом ОКС↓ST, которым показано ЧКВ. Через 1 мес. после острого коронарного события и проведения процедуры эндоваскулярного вмешательства пациентов приглашали для участия в программы кардиореабилитации, в т.ч. с включением ФТ.

Критериями включения в исследование являлись: пациенты с ОКС↓ST в возрасте 53-65 лет, которым была выполнена коронарная реваскуляризация, не имеющие периферического атеросклероза с лодыжечно-плечевым индексом (ЛПИ) >0,9, возможностью выполнения нагрузочного теста и участия в программах ФР.

Критерии исключения: острый ИМ с подъемом сегмента ST, неконтролируемая артериальная гипертония, хроническая сердечная недостаточность III-IV функционального класса по NYHA, фракция выброса <49%, клинически значимые нарушения сердечного ритма, сахарный диабет, тяжелые цереброваскулярные и сопутствующие заболевания, поражение опорно-двигательного аппарата, сниженная когнитивная функция, ЛПИ <0,9.

В соответствии с критериями включения и исключения в исследуемую группу вошли 60 пациентов с нестабильной стенокардией и 20 пациентов с не-Q ИМ. По данным коронароангиографии, проведенной до процедуры ЧКВ, все пациенты имели многососудистое поражение. Число пораженных коронарных артерий в среднем составило $3,2 \pm 0,2$ сосуда. Из них 26,25% (n=21) пациентов выполнено ранее инвазивное вмешательство (до 24 ч), 52,5% (n=42) проведено инвазивное вмешательство с задержкой (до 72 ч), и 21,25% (n=17) пациентов подверглись плановой ЧКВ после полной клинической стабилизации состояния в течение 1 мес. от момента острого коронарного события. В процентном соотношении по половой принадлежности: 72,5% мужчин (n=58) и 27,5% женщин (n=22). Из них 45% пациентов выполнена пол-

ная реваскуляризация, у 55% пациентов с многососудистым поражением выбрана тактика поэтапной реваскуляризации (таблица 1).

С целью выбора программы ФР проводились общеклиническое обследование, оценка риска сердечно-сосудистых осложнений при ОКС↓ST и индивидуальной ТФН. Индивидуальная ТФН оценивалась по результатам нагрузочного теста и биохимическим маркерам, характеризующих метаболические процессы при аэробных ФН.

Нагрузочный тест проводили на тредмиле “Marquette-Hellige 2000” (протокол Bruce) с оценкой следующих показателей: продолжительность нагрузки (мин), минутный уровень потребления O₂ (МПК) (мл/кг/мин), максимальная частота сердечных сокращений (уд./мин), уровень депрессии ST (мВ), количество отведений ЭКГ с депрессией ST $\geq 0,1$ мВ.

В качестве тестирующих биохимических показателей использовали количественное определение в сыворотке крови: креатинина, мочевины, СЖК, креатинкиназа (КК), миоглобина. Забор крови осуществлялся за 60 мин до нагрузочного тестирования и через 24 ч после его завершения. В последующем определение вышеобозначенных биомаркеров проводилось у пациентов, включенных в программу выполнения умеренных контролируемых ФТ (КФТ) через 1 сут. после завершения цикла тренировок.

Учитывая, что повышение миоглобина в крови может свидетельствовать не только об утомлении и повреждении скелетной мускулатуры, но и повреждении клеток миокарда, то дифференцирование “сердечного” изоформа миоглобина от скелетного определялось кинетикой его при ИМ, кроме того для подтверждения или исключения острого ИМ, миоглобин определялся в комплексе с другими, более специфичными для ИМ ферментами. С этой целью после проведения первой ФТ определялся уровень тропонинов, КК МВ (СК-МВ), натрийуретического пептида и маркеров ишемии миокарда.

Все биохимические исследования осуществлялись на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Clima MC-15 (Испания) энзиматическим кинетическим или коллометрическим методом с помощью наборов DiaSys (Германия). Референтные значения составляли принятые производителями биохимических наборов нормы с учетом возрастных изменений. Верхняя граница нормы для креатинина составляла 120 мкмоль/л, мочевины 8,3 ммоль/л, КК 172 ед./л. Норма миоглобина составляла 92 мкг/л, верхняя граница нормы СЖК — 0,4 ммоль/л.

Таблица 1

Исходная клинико-инструментальная характеристика пациентов, включенных в исследование

Показатели	Количество (n=80)
Возраст, годы	53,9±8,2 лет
Нестабильная стенокардия, n	60 (75%)
Не Q-ИМ, n	20 (25%)
Среднее число пораженных коронарных артерий у одного больного до ЧКВ, n	3,2±0,4
Полная реваскуляризация, %	45
Симптомы дискомфорта в груди после ЧКВ, %	30
Безболевая ишемия миокарда после ЧКВ, %	35

По результатам нагрузочного теста, пациентам с низкой ТФН (НТФН), повышенным уровнем биохимических маркеров утомляемости и высоким риском по шкале GRACE (Global Registry of Acute Coronary Events) рекомендовали дозированную ходьбу (ДХ) с частотой не менее 3 раз/нед., продолжительностью 45-60 мин в течение 3 мес. Оптимальный темп ДХ определяли по формуле: $P = 0,029X + 0,124Y + 72,2$, где X — пороговая мощность нагрузки (кгм/мин), Y — частота сердечных сокращений на высоте нагрузки. За величину X принимали мощность последней ступени нагрузки, если больной выполнял ее ≥ 1 мин при отсутствии признаков непереносимости. В том случае, если нагрузка последней ступени выполнялась < 1 мин, в качестве величины X использовалась нагрузка предыдущей ступени. Оптимальный темп ДХ пациенты контролировали с помощью цифрового шагомера Beurer AS80 (GmbH, Германия).

Пациентам с умеренной ТФН (УТФН), нормальным уровнем биохимических маркеров и умеренным или низким риском по шкале GRACE через 1 сут. после проведения нагрузочного теста назначался курс ФТ с интенсивностью 60% от пороговой мощности. КФТ выполняли 3 раза/нед. на беговой дорожке «АТЕМІ», интенсивностью 60% от пороговой мощности в количестве 10 ежедневных занятий, общей продолжительностью 1800 МЕТ-мин. Показатель общей продолжительности ФТ использовался также для оценки эффективности цикла ФТ и приверженности к их выполнению.

По окончании короткого цикла (10 КФТ) ФТ пациентам было проведено повторное нагрузочное тестирование и биохимический контроль показателей.

Пациентам назначалась терапия согласно стандартам оказания помощи при ОКС \downarrow ST, включающая β -адреноблокаторы (бисопролол 2,5-10 мг/сут.); двухкомпонентную антиагрегантную терапию — аспирин 100 мг/сут. + клопидогрел 75 мг/сут., ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента — периндоприл 5-10 мг/сут. / зокардис 15-30 мг/сут., гиполипидемические препараты — симвастатин 40 мг/сут.

Завершили исследование 73 (91,2%) пациента, 7 пациентов выбыли из исследования по причине плохой переносимости ФТ.

Статистический анализ результатов проводили с помощью пакета программ STATISTICA 10.0 (StatSoft). Показатели были представлены в виде средних \pm среднеквадратичное отклонение (M \pm SD). Распределение показателей подчинялось критериям нормального, для вычисления достоверных изменений при нормальном распределении применяли t-критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Перед началом нагрузочного тестирования у всех пациентов осуществлялся забор крови на биохимические маркеры, которые высоко коррелируют со степенью ФН и тренированностью пациента. Исходно показатели концентрации мочевины, креатинина, миоглобина, КК и СЖК не выходили за пределы референсных значений.

После нагрузочного тестирования у 72% пациентов определялся умеренный уровень физической

работоспособности, характеризующийся уровнем МПК — $17,6 \pm 2,8$ мл/кг/мин, продолжительностью ФН — 364 ± 22 с, периодом восстановления — 385 ± 32 с и максимальной ЧСС — 118 ± 12 уд./мин.

Оставшиеся 28% пациентов продемонстрировали низкий уровень физической работоспособности.

При повторном заборе крови через 24 ч после нагрузочного тестирования у пациентов с НТФН средний показатель мочевины составил $9,2 \pm 5,4$ ммоль/л vs исходного 7,9 ммоль/л, из них у 13% обследуемых повышение концентрации мочевины составило 26-30% от исходного уровня. В группе с УТФН уровень мочевины повысился, но остался в пределах нормы и составил $8,9 \pm 3,4$ ммоль/л. Уровень креатинина в группе НТФН составил $139 \pm 0,4$ мкмоль/л, исходно $128 \pm 0,2$ мкмоль/л, при этом у 5% пациентов наблюдалось достоверно значимое повышение уровня креатинина до 146-155 мкмоль/л. В группе УТФН уровень креатинина составил $118 \pm 0,2$ мкмоль/л. Уровень КК после тестирующей нагрузки в группе НТФН уменьшился на 26,5%, в группе УТФН на 45,4%.

Анализ уровня миоглобина показал, что в 53,4% случаев у пациентов с НТФН значения миоглобина после нагрузочного тестирования находились на уровне выше исходного на 35-40%. У пациентов с УТФН уровень миоглобина повысился на 12,5%, из них в 17,5% случаев уровень миоглобина превысил нормальное значение на 26-32% от исходного. Концентрация СЖК у пациентов с НТФН увеличилась до $0,52 \pm 0,05$ ммоль/л vs исходного $0,28 \pm 0,02$ ммоль/л, у пациентов с УТФН уровень СЖК составил $0,38 \pm 0,04$ ммоль/л (таблица 2).

Таким образом, полученные данные показывают, что пациенты, у которых в ходе нагрузочного теста определена НТФН, имеют также повышенный уровень биохимических маркеров утомляемости, что свидетельствует о плохой переносимости аэробной ФН, это и определило выбор ДХ как наиболее эффективной программы ФР для этих пациентов.

Пациенты с УТФН и нормальными биохимическими показателями включены в цикл коротких КФТ умеренной интенсивности, по окончании которого проведено повторное нагрузочное тестирование.

Достоверное увеличение МПК получено у 72,5% пациентов и составило $18,9 \pm 3,5$ мл/кг/мин, по сравнению с исходным уровнем $17,6 \pm 2,8$ мл/кг/мин ($p < 0,05$). Продолжительность нагрузки к 10 КФТ увеличилась до 394 ± 22 vs исходной 364 ± 22 с ($p < 0,05$). При анализе динамики биохимических маркеров у этих пациентов получено, что средний уровень мочевины и креатинина достоверно уменьшился на 12,5% и 10,3% по сравнению с исходными постнагрузочными показателями. Уровень КК после цикла тренировок достоверно значимо умень-

Таблица 2

Биохимические показатели крови до начала и после нагрузочного тестирования

Показатели	До нагрузочного тестирования (n=80)	После нагрузочного тестирования (n=80)	
		НТФН	УТФН
Мочевина (ммоль/л)	7,9±3,12	9,2±5,4	8,9±3,4
Креатинин (мкмоль/л)	128±0,2	139±0,4	118±0,2
КК (Ед/л)	146±1,52	107,4±3,4	79,7±1,44*
Миоглобин (мкг/л)	86,2±7,2	116,2±5,4*	96,2±4,2
СЖК (ммоль/л)	0,28±0,02	0,52±0,05*	0,38±0,04

Примечание: * — $p < 0,05$ достоверность различий с исходными значениями.

Таблица 3

Результаты нагрузочного теста на тредмиле в группе КФТ

Показатель	Исходно	Через 10 КФТ
Продолжительность фазы нагрузки, с	364±22	394±22*
Максимальный уровень потребления O_2 , мл/кг/мин	17,6±2,8	18,9±3,5*
Продолжительность восстановления сегмента ST, с	385±32	378±29
Максимальная депрессия сегмента ST, мВ	-0,24±0,1	-0,16±0,2
Число отведений с депрессией сегмента ST, п	3,2±0,3	2,3±0,2*
Максимальная ЧСС, уд./мин	118±12	112±10

Примечание: * — $p < 0,05$ достоверность различий с исходными значениями.

шился у 59% пациентов и был меньше на 36-44% от постнагрузочного. Уровень миоглобина после завершения тренировочного цикла не превышал нормальных значений и составил 88,2±8,4 мкг/л.

Показатель общей продолжительности ФТ составил 1800 МЕТ-мин, что соответствовало установленному времени тренировки.

Из оставшихся 27,5% пациентов, у 15,5% прирост МПК был достоверно незначимым, а у 12% уровень МПК остался на исходном уровне не больше 17,6±2,8 мл/кг/мин, уменьшилась продолжительность ФН (352±16 с) одновременно с увеличением периода восстановления до 392±26 с и максимальной ЧСС 120±5 уд./мин. Уровень мочевины и креатинина у этих пациентов увеличился на 16,7% по сравнению с исходными постнагрузочными показателями. Уровень КК уменьшился на 16-24% от постнагрузочного. Уровень миоглобина составил 106,2±8,4 мкг/л vs исходного 90,2±6,2 мкг/л. Анализ уровня миоглобина в динамике у этих пациентов демонстрировал устойчиво повышенные значения как в постнагрузочный период, так и после завершения тренировок. Кроме того, общая продолжительность ФТ у этих пациентов была меньше заявленной и составила 1200 МЕТ-мин (таблица 3).

Завершили исследование 73 (91,2%) пациента, 7 пациентов вышли досрочно из исследования по причине плохой переносимости ФН, более в икроножных мышцах. При определении биохимических показателей после выхода из исследования у этих пациентов диагностировано 2-кратное повышение уровня миоглобина.

За время наблюдения не было зарегистрировано ни одного случая сердечно-сосудистых собы-

тий, уровень маркеров безопасности после проведения первой ФТ не превышал референсных значений.

Обсуждение

Хорошо известны кардиопротективные эффекты ФР у больных ишемической болезнью сердца [5]. Однако получить планируемый кардиопротективный эффект при использовании ФН возможно при условии правильного отбора пациентов в программы ФР и выбора адекватной физической нагрузке состоянию пациента тренирующей нагрузки.

ФН создают необходимый метаболический фон, обеспечивающий формирование биологических и функциональных изменений для формирования определенного тренировочного и последующих кардиопротективных эффектов [6].

Ориентируясь на уровень МПК при определении тренирующей нагрузки не всегда можно получить ожидаемое повышение физической работоспособности. Существует ряд субъективных и объективных причин, которые могут исказить достоверность результатов нагрузочного тестирования. Известно, что применение нагрузок одинакового объема и интенсивности приводит к росту функциональных возможностей лишь у 30-40% тренирующихся — у тех, для кого нагрузка оказалась оптимальной. Для более тренированных эти ФН не эффективны, а для недостаточно подготовленных — неадекватны и ведут к переутомлению.

В этом случае изменение уровня биохимических показателей крови на проделанную мышечную работу дает возможность более точно судить

об адаптационных процессах, протекающих в организме пациента и степени его тренированности. Оценка биохимических изменений на этапе нагрузочного тестирования позволяет диагностировать признаки перенапряжения и своевременно корректировать выбранный уровень тренировочной программы.

С этих позиций в настоящем исследовании пациентам с НТФН и повышенным уровнем биохимических маркеров утомления в качестве метода ФР назначена ДХ, т.к. назначение ФН, превышающих функциональные возможности пациента, приведет к перенапряжению и отсутствию формирования кардиопротективных эффектов в долгосрочных программах ФР. Через несколько месяцев регулярных занятий ДХ следует ожидать надежный положительный результат. При улучшении функциональных возможностей пациентов, увеличении ТФН можно переходить к ФН умеренного уровня.

Пациентам с УТФН и нормальными биохимическими показателями назначен короткий цикл умеренных КФТ. По завершению цикла тренировок у 72,5% пациентов отмечено повышение показателя МПК на 6,8% от исходного, показатели, характеризующие ишемию миокарда, продемонстрировали уменьшение максимальной депрессии сегмента ST на 12,4% и числа отведений с депрессией сегмента ST $\geq 0,1$ мВ на 2,3%, увеличилась продолжительность фазы нагрузки, уменьшилось время восстановления сегмента ST до исходного уровня.

Однако у 27,5% пациентов после завершения курса КФТ достоверного прироста МПК не отмечалось, а у 10% из них уровень МПК остался на прежнем уровне. Анализ динамики биохимических маркеров в период восстановления после нагрузочного тестирования показал, что они имели повышенный уровень миоглобина. Повышение концентрации миоглобина в постнагрузочном периоде и после завершения короткого цикла тренировок в отсутствии повышения кардиоспецифических ферментов ИМ свидетельствует о неадекватности уровня ФН функциональным возможностям пациента, что проявляется утомлением или повреждением скелетной мускулатуры. Это объясняется тем, что скелетные мышцы обеспечивают двигательную активность организма и вполне понятно, чем лучше мышцы подготовлены к выполнению ФН, тем меньше вероятность их повреждения. Если клетка периодически не получала больших ФН, она детренируется и на нормальный раздражитель дает пониженную функцию и возникновение ферментемии в качестве адаптивной реакции в ответ на изменение условий. Субъективно это ощущается как дискомфорт и чувство тяжести в ногах, чувство распирания и тянущей боли в икроножных мышцах. Соответственно данное состояние приводит к сни-

жению продолжительности ФТ и не приводит к повышению ТФН.

Следует отметить, что в 53,4% случаев у пациентов с НТФН, которым была рекомендована ДХ, значения миоглобина после тестирования превышали исходный уровень на 55-60%, что подтверждает низкий уровень адаптации и несоответствие функциональных возможностей организма ФН.

Оценивая уровень миоглобина, можно спрогнозировать приверженность пациента к участию в программах ФР. В представленном исследовании те пациенты, которые досрочно вышли из исследования и мотивировали свой отказ дискомфортом в икроножных мышцах, имели повышенный уровень миоглобина. Поэтому определение уровня миоглобина является важным не только в оценке физической работоспособности, но и имеет прогностическую ценность в оценке приверженности к участию в программах ФР.

Анализ уровня КК показал, что пациенты с УТФН имели достоверно значимое снижение показателя КК, чем пациенты с НТФН как в постнагрузочный период, так после окончания цикла тренировок. Уменьшение уровня КК свидетельствует о высоких адаптивных способностях и тренированности организма, т.к. под влиянием ФН в скелетных мышцах увеличивается КФК механизм энергообразования, повышается концентрация КК и активность фермента КФК, участвующего в ресинтезе аденозинтрифосфата. Активность КК в сыворотке крови является информативным маркером функционального состояния мышечной ткани и широко используется в мониторинге тренировочного процесса.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что выбор тренирующей нагрузки в программах ФР только на основе оценки показателей нагрузочного теста не является универсальным, существует ряд факторов, которые могут повлиять на достоверность результатов нагрузочного тестирования. Как результат, долгосрочные программы ФР не приводят к формированию кардиопротективных эффектов.

В этой связи биохимические показатели, которые высоко коррелируют со степенью ФН и тренированностью пациента могут служить маркерами функциональной подготовленности и физической работоспособности пациента. Поэтому биохимические изменения должны учитываться при выборе тренирующей нагрузки в программах кардиореабилитации. Неадекватные ФН приводят к снижению протективных эффектов ФН и возникновению патологических состояний.

Заключение

Необходимость ФР в программах кардиореабилитации доказана множеством научных исследований. Рациональные, адекватные возрасту и состоя-

нию человека ФН оказывают разносторонние положительные кардиопротективные эффекты. Неадекватный выбор ФН сопровождается недостаточным или избыточным напряжением компенсаторных механизмов, затруднением восстановительных процессов, медленным развитием тренированности и отсутствием формирования кардиопротективных эффектов ФН. В определении уровня тренирующей нагрузки универсальным считается тест с ФН, однако не менее значимым является биохимический мониторинг ФН, который значительно дополняет и расширяет возможности оценки функционального состояния организма, степень его тренирован-

ности и адекватности реакции на предъявляемую ФН особенно при выборе программ ФР.

Поэтому включение в реабилитационную модель, помимо оценки ТФН, опросников клинического статуса, панели информативных биомаркеров дает возможность правильного отбора больных для кардиотренировок, приводит к оптимизации тренировочного процесса с целью получения максимального кардиопротективного эффекта.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Bubnova MG, Aronov DM, Bojcov SA. Guidelines. Providing physical activity to citizens with health restrictions. *CARDIOCOMATIKA* 2016;1(7):5-50. (In Russ.) Бубнова М.Г., Аронов Д.М., Бойцов С.А. Методические рекомендации. Обеспечение физической активности у граждан, имеющих ограничения в состоянии здоровья. *CARDIOCOMATIKA*. 2016;1(7):5-50.
2. Aronov DM, Bubnova MG, Krasnickij VB. New approaches to rehabilitation and secondary prevention in patients who underwent acute myocardial infarction with an elevation of the ST segment of an electrocardiogram. *Kardiologija*. 2015;12:125-32. (In Russ.) Аронов Д.М., Бубнова М.Г., Красницкий В.Б. Новые подходы к реабилитации и вторичной профилактике у больных, перенесших острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. *Кардиология*. 2015;12:125-32. doi:10.18565/cardio.2015.12.125-132.
3. Lyamina NP, Razborova IB, Nosenko AN. Hypodinamy in patients with ischemic heart disease and physical training in its correction. *Klinicist*. 2012;2:17-22. (In Russ.) Лямина Н.П., Разборова И.Б., Носенко А.Н. Гиподинамия у больных ишемической болезнью сердца и физические тренировки в ее коррекции. *Клиницист*. 2012;2:17-22.
4. Mironova SP, Polyayeva BA, Makarova GA. Sports medicine: the national leadership. М.: GEHOTAR-Media, 2012. 1184 s. (In Russ.) Миронова С.П., Поляева Б.А., Макарова Г.А. Спортивная медицина: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 1184 с. ISBN 978-5-9704-2232-8.
5. Lyamina NP, Nosenko AN, Razborova IB. Cardioprotective effect of physical rehabilitation in patients with dystolic dysfunction of ischemic genesis who underwent percutaneous coronary intervention. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2012;8(3):415-9. (In Russ.) Лямина Н.П., Носенко А.Н., Разборова И.Б. Кардиопротективный эффект физической реабилитации у пациентов с дистolicкой дисфункцией ишемического генеза, перенесших чрескожное коронарное вмешательство. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2012;8(3):415-9. doi:10.20996/1819-6446-2012-8-3-415-419.
6. Samsonov AV. Hypertrophy of skeletal muscle of man: monograph; SPb.: Nacional'nyj gos. un-t fiz. Kul'tury, sporta i zdorov'ya im P.F. Lesgafta, 2011. 203 s. (In Russ.) Самсонов А.В. Гипертрофия скелетных мышц человека: монография; СПб.: Национальный гос. ун-т физ. культуры, спорта и здоровья им П.Ф. Лесгафта, 2011. 203 с. ISBN: 978-5-905064-25-8.