

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК КАК МЕТОДА КАРДИОПРОТЕКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ ПЕРЕД КОРОНАРНЫМ ШУНТИРОВАНИЕМ

Аргунова Ю. А.¹, Короткевич А. А.¹, Помешкина С. А.¹, Коков А. Н.¹, Иноземцева А. А.^{1,2}, Барбараш О. Л.^{1,2}

Цель. Оценить эффективность и безопасность включения физических тренировок в программу реабилитации пациентов перед коронарным шунтированием (КШ) в условиях искусственного кровообращения (ИК) с позиции кардиопротекции.

Материал и методы. Включено 38 пациентов, рандомизированных на две группы в зависимости от программы реабилитации. Пациентам группы 1 (n=20, средний возраст 57,9±7,15 лет) на этапе реабилитации был проведен курс физических тренировок высокой интенсивности, в группе 2 (n=18, средний возраст 60,4±7,01 лет) физические тренировки не проводились. Оценка целевых параметров перфузии миокарда выполнялась до начала тренировок и в послеоперационном периоде с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ).

Результаты. В группе пациентов с включением физических тренировок на этапе реабилитации в послеоперационном периоде отмечался значительно более высокий уровень захвата радиофармпрепарата (РФП) по сравнению с группой без тренировок в ряде сегментов базального (74,9±3,98% и 70,3±7,40%, соответственно, p=0,04), среднего (86,7±5,24% и 79,6±10,43%, соответственно, p=0,03) и апикального (85,8±5,03% и 79,0±8,67%, соответственно, p=0,02) отделов миокарда по результатам ОФЭКТ. Интегральный показатель стресс-индуцированной преходящей ишемии (SDS) после КШ миокарда в группе тренировок был значительно меньше такового в группе без тренировок (0 и 0,9±0,53 баллов, соответственно, p=0,04). Анализ динамики параметров перфузии миокарда продемонстрировал достоверное уменьшение показателя, характеризующего дефект перфузии миокарда на фоне введения аденозина (SSS) (p=0,013), а также показателя SDS (p=0,018) в группе физических тренировок после операции по сравнению с дооперационными значениями. В группе без тренировок динамика этих показателей оказалась статистически незначимой.

Заключение. Согласно полученным результатам, включение физических тренировок высокой интенсивности в программу реабилитации пациентов перед выполнением КШ приводит к улучшению показателей перфузии миокарда в послеоперационном периоде, что может способствовать оптимизации исходов оперативного вмешательства.

Российский кардиологический журнал. 2018;23(6):159–165
<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-159-165>

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, коронарное шунтирование, реабилитация, ишемическое прекодиционирование, физические тренировки.

¹ФГБУ Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово; ²ФГБОУ ВО Кемеровский государственный медицинский университет² Министерства здравоохранения Российской Федерации, Кемерово, Россия.

Аргунова Ю. А. — к.м.н., н.с. лаборатории реабилитации, Короткевич А. А. — зав. лабораторией радионуклидных и томографических методов диагностики, врач-рентгенолог, Помешкина С. А. — д.м.н., зав. лабораторией реабилитации, Коков А. Н. — к.м.н., зав. лабораторией рентгеновской и томографической диагностики, Иноземцева А. А. — к.м.н., н.с. лаборатории реабилитации, Барбараш О. Л. — член-корр. РАН, д.м.н., профессор, директор.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): argunova-u@mail.ru

ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИК — искусственное кровообращение, КШ — коронарное шунтирование, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, ОФЭКТ — однофотонная эмиссионная компьютерная томография, РФП — радиофармпрепарат, SDS — Summed Difference Score — сумма баллов, характеризующих стресс-индуцированную преходящую ишемию, SRS — Summed Rest Score — сумма баллов, характеризующих дефект перфузии в покое, SSS — Summed Stress Score — сумма баллов, характеризующих дефект перфузии после введения аденозина.

Рукопись получена 06.03.2018

Рецензия получена 27.03.2018

Принята к публикации 09.04.2018

EFFICACY OF PHYSICAL TRAININGS AS CARDIOPROTECTION METHOD FOR CORONARY BYPASS SURGERY

Argunova Yu. A.¹, Korotkevich A. A.¹, Pomeshkina S. A.¹, Kokov A. N.¹, Inozemtseva A. A.^{1,2}, Barbarash O. L.^{1,2}

Aim. To assess efficacy and safety of inclusion of physical trainings to the program of patients prehabilitation before coronary bypass (CBG) on-pump, from the perspective of cardioprotection.

Material and methods. Totally, 38 patients included, randomized to 2 group depending on prehabilitation program. Group 1 patients (n=20, mean age 57,9±7,2 y.o.) at the stage of prehabilitation, underwent serial physical trainings of high intensity; in group 2 (n=18, mean age 60,4±7,01 y.o.) there were none. Evaluation of the target parameters of myocardial perfusion was done before the training and in post-operation period with single photon emission tomography (SPECT).

Results. In the group with included exercises, during post-surgery period there was significantly higher level of radiopharmacological marker capture comparing to non-trained group in some basal segments (74,9±3,98% and 70,3±7,40%, respectively, p=0,04), middle (86,7±5,24% and 79,6±10,43%, resp., p=0,03) and apical (85,8±5,03% and 79,0±8,67%, resp., p=0,02) portions of myocardium, by SPECT. Integral value of the stress-induced temporary ischemia (SDS) after CBG in training group was significantly lower than in non-training group (0 and 0,9±0,53 pts., resp., p=0,04). Dynamics analysis of the parameters of myocardial perfusion demonstrated

significant decrease of the parameter characterizing perfusion defect with adenosin load (SSS) (p=0,013), and SDS (p=0,018) in the group of exercises after operation comparing to pre-operational values. In non-training group the dynamics was non-significant.

Conclusion. According to the data obtained, inclusion of physical trainings of high intensity to the program of prehabilitation of patients before CBG leads to improvement of myocardial perfusion parameters in post-operation period, that possibly optimizes the outcomes of surgery.

Russ J Cardiol. 2018;23(6):159–165

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-159-165>

Key words: coronary heart disease, coronary bypass, prehabilitation, ischemic preconditioning, physical training.

¹Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo;

²Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health, Kemerovo, Russia.

Увеличение числа операций, выполняемых в условиях искусственного кровообращения (ИК), в том числе коронарного шунтирования (КШ), привлекает внимание к вопросам подготовки пациентов к хирургическому вмешательству и послеоперационного ведения [1]. Важность данного направления актуализирует также сохраняющаяся высокая частота развития осложнений интра- и послеоперационного периодов.

Одним из возможных осложнений периоперационного периода вмешательств с использованием ИК является развитие инфаркта миокарда и сердечной недостаточности вследствие ишемического и реперфузионного повреждения миокарда. Одним из методов защиты миокарда от реперфузионного повреждения может выступать ишемическое прекондиционирование. Широко известны методы интраоперационной кардиопротекции, эффективность которых доказана многочисленными исследованиями: локальное ишемическое [2] и анестетическое прекондиционирование [3]. Данные методики широко внедрены в практику, однако, несмотря на достижения кардиохирургии и кардиоанестезиологии, частота развития интраоперационных инфарктов миокарда остается высокой [4].

Соответственно, подготовка пациента к плановому кардиохирургическому вмешательству должна включать не только оценку рисков вмешательства с учетом коморбидности, но и мероприятия, направленные на реализацию эффектов органопротекции, прежде всего, кардиопротекции. Одним из путей решения данной проблемы путем реализации эффектов ишемического прекондиционирования может быть использование физических тренировок [5, 6].

Целью настоящего исследования явилась оценка безопасности и эффективности применения физических тренировок в предоперационном периоде КШ у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) с позиции кардиопротекции.

Материал и методы

В исследование было включено 38 пациентов мужского пола со стабильной ИБС, планируемых для проведения КШ в условиях ИК. Всеми пациентами было подписано добровольное информированное согласие. Критерии исключения: тяжелые сопутствующие заболевания, препятствующие проведению физических тренировок (хроническая обструктивная болезнь легких тяжелой степени, воспалительные заболевания, патология опорно-двигательного аппарата и мышечной системы, резидуальные явления после перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК); сочетание ИБС и клапанных пороков сердца; планируемые реконструктивные операции на брахиоцефальных артериях; наличие тяжелых нарушений ритма и проводимости сердца, фибрилляции предсердий; тромбозы и варикозная

болезнь вен нижних конечностей с хронической венозной недостаточностью 3-4 степени; атеросклероз артерий нижних конечностей с хронической ишемией нижних конечностей выше ПА стадии, реконструктивные операции на периферических артериях в анамнезе; аневризмы и диссекция аорты; декомпенсация хронической сердечной недостаточности (ХСН); клиника стенокардии IV функционального класса (ФК) и ХСН III ФК (NYHA) и выше; неконтролируемая артериальная гипертензия (АГ); фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) менее 40%; острый коронарный синдром; значимый стеноз ствола левой коронарной артерии.

Всем пациентам в предоперационном периоде и через 5-7 дней после вмешательства было проведено общеклиническое обследование, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) миокарда с технецием (^{99m}Tc) с аденозиновой пробой для оценки перфузии миокарда, а также кардиопульмональный нагрузочный тест с определением толерантности к физическим нагрузкам и расчетом параметров физических нагрузок. Перфузия миокарда оценивалась с помощью программы QPS (Cedars Sinai Medical Center, США) с построением 17-сегментарной полярной карты. Оценивались показатели распределения радиофармпрепарата (РФП) ^{99m}Tc -технетрила в сегментах миокарда, а также интегральные показатели тяжести поражения миокарда: SRS (Summed Rest Score) — сумма баллов, характеризующих дефект перфузии в покое, SSS (Summed Stress Score) — сумма баллов, характеризующих дефект перфузии после введения аденозина, SDS (Summed Difference Score) — сумма баллов, характеризующих стресс-индуцированную преходящую ишемию.

После оценки критериев включения и исключения пациенты были рандомизированы на две группы методом конвертов. Пациентам группы 1 ($n=20$, средний возраст $57,9 \pm 7,15$ лет) на фоне стандартной медикаментозной терапии (ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента/антагонисты рецепторов ангиотензина II, бета-блокаторы, статины, ацетилсалициловая кислота), проведения занятий лечебной и дыхательной гимнастикой, дозированной ходьбой, психокорректирующих мероприятий, был проведен курс тренировок на тредмиле. Тренировки проводились под контролем параметров гемодинамики и мониторингом электрокардиограммы ежедневно в течение 7 дней. Каждая тренировка состояла из подготовительного (5 мин), основного (30 мин) и заключительного (5 мин) периодов. Расчет тренирующих параметров производился с использованием показателя пикового потребления кислорода ($\text{VO}_2 \text{ peak}$), определенного при проведении кардиопульмонального нагрузочного теста, интенсивность нагрузки составляла 80% от максимального потребления кислорода [7, 8].

Таблица 1

Сравнительная клинико-anamnestическая характеристика пациентов в зависимости от программы преабилитации

Показатель	Группа 1 (n=20)	Группа 2 (n=18)	p
Возраст, лет (M±SD)	57,9±7,15	60,4±7,01	>0,05
ИМТ, кг/м ² (M±SD)	28,1±3,99	28,5±3,14	>0,05
EuroScore, баллы (M±SD)	0,9±0,44	1,1±0,47	>0,05
Длительность ИБС, лет (M±SD)	2,1±2,06	4,1±5,23	>0,05
Наличие АГ, n (%)	15 (75)	17 (88)	>0,05
Длительность АГ, лет (M±SD)	5,6±9,11	6,0±3,62	>0,05
ФК стенокардии, n (%): 0	1 (5)	2 (11)	>0,05
I	2 (10)	1 (5)	
II	15 (75)	12 (66)	
III	2 (10)	3 (16)	
ФК ХСН, n (%): 0	0	0	>0,05
I	20 (100)	18 (100)	
II	0	0	
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	10 (50)	9 (50)	>0,05
ОНМК в анамнезе, n (%)	1 (5)	1 (5)	>0,05
СД в анамнезе, n (%)	3 (15)	4 (22)	>0,05
ФВ ЛЖ, % (M±SD)	62,4±6,37	62,3±6,33	>0,05
Тяжесть поражения коронарных артерий (Syntax), баллы (M±SD)	25,7±5,59	25,9±5,40	>0,05

Примечание: группа 1 — пациенты с включением тренировок на этапе предоперационной подготовки, группа 2 — пациенты без тренировок на этапе предоперационной подготовки.

Сокращения: ИМТ — индекс массы тела, СД — сахарный диабет.

Первоначально определялось целевое (для тренировки) VO_2 по следующей формуле:
 $VO_2R = (VO_{2peak} - VO_{2rest}) + VO_{2rest}$,
 где VO_2R — резерв VO_2 ; VO_{2rest} — VO_2 покоя, которое принято считать равным 3,5 мл/мин × кг.

Далее рассчитывалось целевое VO_2 , при котором пациент будет тренироваться:

Целевое $VO_2 = (\text{интенсивность нагрузки}) \times VO_2R$.

Нагрузку для тредмила определяли исходя из следующей формулы:

Целевое $VO_2 = 0,1 \times (\text{скорость}) + 1,8 \times (\text{скорость}) \times (\text{угол наклона}) + 3,5$

Скорость — в м/мин, угол наклона — в %.

Пациентам группы 2 (n=18, средний возраст 60,4±7,01 лет) подготовка к операции проводилась в том же объеме, но без включения физических тренировок.

Всем пациентам была проведена прямая реваскуляризация миокарда в условиях ИК в полном объеме.

Статистический анализ проводился в программе Statistica 10.0 (Statsoft, США) и включал в себя вычисление абсолютных значений и их долей в процентах, а также среднего арифметического и стандартного отклонения (M±SD). Распределение данных отличалось от нормального, поэтому межгрупповые различия оценивались по непараметрическим критериям: χ^2 Пирсона с поправкой Йетса — для сравнения двух независимых групп по качественному признаку, критерий Манна-Уитни — для сравнения двух независимых групп по количественному признаку, критерий

Вилкоксона — для сравнения двух зависимых групп по количественному признаку. Различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты

При анализе основных клинико-anamnestических параметров изучаемых групп не было выявлено значимых межгрупповых различий (табл. 1).

Группы были сопоставимы также по характеру принимаемой терапии на этапе предоперационной подготовки. Пациенты не различались по исходным показателям перфузии миокарда, оцененной с помощью ОФЭКТ до начала тренировок (рис. 1).

Сравнительный анализ показателей кардиопульмонального нагрузочного теста, выполненного в предоперационном периоде, также не выявил межгрупповых различий (табл. 2). Таким образом, анализ основных исходных клинических и инструментальных характеристик в изучаемых группах позволяет говорить об их сопоставимости на этапе рандомизации.

В ходе проведения тренировок не было отмечено нарастания сердечной и коронарной недостаточности, числа эпизодов нарушения ритма и проводимости сердца, нестабильности гемодинамики и других осложнений. Субъективная переносимость тренировок пациентами была удовлетворительной.

Учитывая присутствие фактора искусственного кровообращения и связанный с ним риск ишемического и реперфузионного повреждения миокарда,

следующим этапом выполнялось сравнение изучаемых групп по основным параметрам интраоперационного периода (табл. 3).

Проведенный анализ демонстрирует отсутствие различий между группами по интраоперационным параметрам.

Оценка целевых клинических параметров, а также показателей перфузии миокарда проводилась

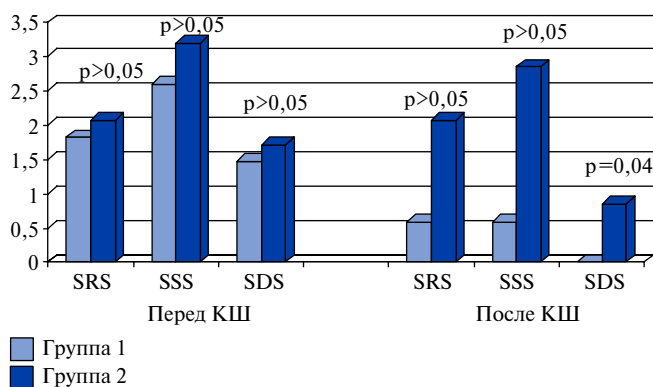


Рис. 1. Параметры перфузии миокарда, оцененной с помощью ОФЭКТ, до и после выполнения коронарного шунтирования.

Примечание: SRS (Summed Rest Score) — сумма баллов, характеризующих дефект перфузии в покое, SSS (Summed Stress Score) — сумма баллов, характеризующих дефект перфузии после введения аденозина, SDS (Summed Difference Score) — сумма баллов, характеризующих стресс-индуцированную переходящую ишемию.

в послеоперационном периоде пациентам обеих групп. В качестве основных клинических показателей были оценены продолжительность пребывания пациентов в отделении реанимации и общая продолжительность госпитализации, а также частота развития основных периоперационных осложнений: инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения, нарушения сердечного ритма, сердечная недостаточность в послеоперационном периоде, гидроторакс и гидроперикард, требующие пункции (табл. 4).

Приведенные данные свидетельствуют о том, включение физических тренировок на предоперационном этапе КШ не ухудшает течение послеоперационного периода, напротив, имеется тенденция к снижению числа послеоперационных осложнений.

Результаты анализа параметров перфузии миокарда в послеоперационном периоде демонстрируют, что у пациентов после прохождения курса физических тренировок высокой интенсивности в предоперационном периоде коронарного шунтирования наблюдались лучшие показатели перфузии миокарда после операции по результатам ОФЭКТ (табл. 5).

Как можно видеть из таблицы 5, в группе пациентов с включением тренировок на этапе преабилитации уровень захвата РФП был значимо выше такового в группе контроля в ряде сегментов базального (74,9±3,98%

Таблица 2

Исходные показатели кардиопульмонального нагрузочного теста у пациентов в зависимости от программы преабилитации

Параметры (M±SD)	Группа 1 (n=20)	Группа 2 (n=18)	p
VO ₂ peak, мл/мин/кг	15,8±4,95	15,6±4,02	>0,05
АП, мл/мин/кг	12,7±3,97	13,7±2,73	>0,05
Пиковая ЧСС, уд./мин	118,3±16,97	119,5±18,12	>0,05
ТФН (Вт)	90,0±22,06	84,4±23,90	>0,05

Сокращения: АП — анаэробный порог, ТФН — толерантность к физическим нагрузкам, ЧСС — частота сердечных сокращений.

Таблица 3

Параметры интраоперационного периода у пациентов в зависимости от включения физических тренировок в программу преабилитации

Параметры	Группа 1 (n=20)	Группа 2 (n=18)	p
Общее время операции, мин (M±SD)	196,2±32,15	204,4±34,76	>0,05
Время пережатия аорты, мин (M±SD)	47,2±8,98	53,8±12,39	>0,05
Длительность ИК, мин (M±SD)	75,3±15,24	79,1±16,81	>0,05
Количество шунтов, n (M±SD)	2,3±0,49	2,6±0,49	>0,05
Кратность кардиopleгии, n (M±SD)	1,8±0,72	2,3±0,74	>0,05
Минимальная бесперфузионная температура тела, °C (M±SD)	35,5±0,35	35,6±0,21	>0,05
Минимальное систолическое АД, мм рт.ст. (M±SD)	95,2±9,75	99,8±8,72	>0,05
Качество анестезии, n (%):			>0,05
— Пропрофол	19 (95)	17 (94,4)	
— Севофлуран	0	0	
— Комбинированная (пропофол+севофлуран)	1 (5)	1 (5,6)	

Сокращение: АД — артериальное давление.

Таблица 4

Клинические параметры послеоперационного периода пациентов после коронарного шунтирования в зависимости от включения физических тренировок в программу преабилитации

Параметры	Группа 1 (n=20)	Группа 2 (n=18)	p
Время нахождения в реанимации, час (M±SD)	25,0±8,22	24,7±13,31	>0,05
Время нахождения в стационаре, сут. (M±SD)	11,1±1,91	11,5±2,03	>0,05
Осложнения			
Инфаркт миокарда, n (%)	0	1 (5,5)	>0,05
ОНМК, n (%)	0	1 (5,5)	>0,05
Нарушения ритма, n (%)	2 (10)	3 (16,6)	>0,05
Сердечная недостаточность, n (%)	1 (5)	4 (22)	>0,05
Гидроторакс, n (%)	0	2 (11)	>0,05
Гидроперикард, n (%)	0	0	-

Таблица 5

Распределение РФП в сегментах миокарда на фоне введения аденозина у пациентов после коронарного шунтирования в зависимости от включения физических тренировок в программу преабилитации

Сегменты миокарда	Уровень захвата РФП, % (M±SD)		p
	Группа 1 (n=20)	Группа 2 (n=18)	
Базальный отдел			
1	70,6±4,18	67,1±6,16	>0,05
2	61,6±4,86	62,4±5,02	>0,05
3	65,1±5,49	65,0±9,23	>0,05
4	71,9±4,53	67,5±9,68	>0,05
5	74,9±3,98	70,3±7,40	0,04
6	74,2±5,40	70,4±5,42	>0,05
Средний отдел			
7	87,5±6,92	83,3±10,04	>0,05
8	85,2±7,39	85,4±7,04	>0,05
9	85,5±4,40	83,1±6,19	>0,05
10	86,7±5,24	79,6±10,43	0,03
11	87,4±6,39	84,7±9,77	>0,05
12	88,7±6,32	86,6±7,64	>0,05
Апикальный отдел			
13	82,5±9,34	79,1±11,84	>0,05
14	88,5±7,47	87,7±9,67	>0,05
15	85,8±5,03	79,1±8,67	0,02
16	84,0±5,52	81,9±10,02	>0,05
Верхушка			
17	77,3±8,47	73,6±10,16	>0,05

и 70,3±7,40%; соответственно, p=0,04), среднего (86,7±5,24% и 79,6±10,43%; соответственно, p=0,03) и апикального (85,8±5,03% и 79,0±8,67%; соответственно, p=0,02) отделов миокарда. Это свидетельствует о лучшей перфузии миокарда в послеоперационном периоде в группе физических тренировок.

При анализе интегральных показателей тяжести поражения миокарда показатель стресс-индуцированной преходящей ишемии (SDS) в группе тренировок оказался значимо меньше такового в группе без тренировок (0 баллов и 0,9±0,53 балла, соответственно, p=0,04) (рис. 1).

Анализ периоперационной динамики вышеописанных показателей продемонстрировал достоверно лучшие результаты, полученные в послеоперационном периоде, в группе тренировок по сравнению с таковыми до операции. Так, у пациентов с тренировками в послеоперационном периоде КШ отмечено значимое уменьшение показателя SSS (p=0,013) и SDS (p=0,018) по сравнению с предоперационными значениями, в то время как в группе без включения тренировок отмечалась лишь тенденция, без статистической значимости.

Обсуждение

Результаты настоящего исследования демонстрируют, что пациенты, прошедшие короткий курс интенсивных физических тренировок в предоперационном периоде КШ, имеют лучшие показатели перфузии миокарда в послеоперационном периоде. Полученные результаты анализа межгрупповых различий в послеоперационном периоде подтверждают имеющуюся динамику показателей ОФЭКТ, что может свидетельствовать об оптимизации результатов проведенного вмешательства на фоне внедрения активной программы преабилитации. Вероятно, такие результаты могут быть объяснены реализацией эффекта ишемического прекодиционирования. Эта гипотеза находит подтверждение в исследованиях, проведенных ранее.

Так, одним из наиболее широко используемых методов кардиопротекции в когорте пациентов кардиохирургического профиля может выступать локальное ишемическое прекодиционирование. При выполнении КШ оно подразумевает кратковременные эпизоды пережатия аорты, чередующиеся с эпизодами реперфузии. Результаты проведенных исследований демонстрируют эффективность данного метода с позиции его инфаркт-лимитирующего и антиаритмического эффектов [9]. Данная методика считается “золотым стандартом” в кардиохирургической практике. Тем не менее, метод имеет ряд недостатков ввиду возможности его использования только интраоперационно, а также опасности развития эмболических осложнений у пациентов с выраженным атеросклеротическим поражением восходящей аорты [10]. В связи с этим, поиск наиболее эффективного и безопасного варианта прекодиционирования миокарда остается важной задачей.

При выполнении кардиохирургических вмешательств также может быть использован неинвазивный метод дистантного прекодиционирования [11]. В исследовании Cho YJ, et al. (2016) в группе пациентов перед КШ применялось 4 цикла пятиминутной компрессии плечевой артерии с помощью пневматической манжеты с последующим пятиминутным ее расслаблением [12]. Было доказано сокращение числа инфарктов миокарда в послеоперационном периоде по сравнению с контрольной группой, в которой дистантное прекодиционирование не применялось.

Имеются работы по изучению препаратов, которые могут вызывать прекодиционирование фармакологическим путем, однако большинство из них не нашло широкого применения в клинической практике ввиду наличия побочных эффектов и недостаточной клинической эффективности [13].

Одним из эффективных и безопасных неинвазивных методов достижения эффектов ишемического прекодиционирования могут выступать физические тренировки. Большой интерес представляет использо-

вание физических тренировок высокой интенсивности, позволяющих достичь порога ишемии и реализовать эффект ишемического прекодиционирования. Так, в работе Ляминой Н. П. и др. (2014) [14] у пациентов после неполной реваскуляризации миокарда при чрескожных коронарных вмешательствах на фоне 10-дневного курса ежедневных контролируемых физических тренировок высокой интенсивности (80% от максимальной пороговой мощности) было показано сокращение суммарной продолжительности ишемии и эктопической активности, а также увеличение толерантности к физической нагрузке по сравнению с группой тренировок средней интенсивности.

При этом в настоящее время не разработан протокол таких тренировок, а также не определена когорта пациентов, в которой использование такого метода было бы наиболее эффективным. Так, в исследовании Sawatzky JA (2014) применялся способ преабилитации перед КШ, предполагающий занятия с медицинским персоналом, включающие обучение в сочетании с физическими тренировками [5]. Продолжительность каждого занятия составляла 60 мин, дважды в неделю на протяжении 4-16 недель предоперационного периода. Мощность нагрузок составляла не более 85% от максимального потребления кислорода, определяемого при проведении нагрузочного теста. При этом отсутствовал унифицированный протокол тренировок: использовались различные типы физической активности — ходьба, велотренировки, силовые упражнения, упражнения на растяжение мышц. Эффективность предложенных мероприятий оценивалась по таким параметрам, как динамика дистанции при выполнении теста шестиминутной ходьбы, показателей качества жизни, а также вовлеченность в реабилитационные мероприятия в послеоперационном периоде. По данным показателям отмечена положительная динамика в группе тренировок, однако отсутствие результатов визуализации миокарда не позволяет объективно оценить кардиопротективный эффект такого вмешательства.

Таким образом, имеющиеся литературные данные об использовании физических тренировок в программе преабилитации пациентов перед КШ ограничены. Требуется дальнейшего уточнения оптимальный протокол такого вмешательства, а также сроки его выполнения и критерии оценки эффективности и безопасности.

Заключение

Полученные данные демонстрируют, что в группе тренировок по сравнению с группой контроля отмечается тенденция к улучшению клинических исходов операции и показателей перфузии миокарда. Учитывая полученные результаты, можно предположить, что включение физических тренировок высокой

интенсивности на этапе подготовки пациента к прямой реваскуляризации миокарда, реализует кардиопротективный эффект и способствует оптимизации исходов оперативного вмешательства.

Конфликт интересов: работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук МК-4922.2018.7.

Литература

1. Bokeriya LA, Gudkova RG. Serdechno-sosudistaya khirurgiya-2015. Bolezni i vrozhdenneye anomalii sistemy krovoobrashcheniya. M.: Vokoulev SCCS RAMS, 2016. 212 p. (In Russ.) Бокерия Л. А., Гудкова Р. Г. Сердечно-сосудистая хирургия-2015. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева, 2016. 212 с. ISBN 978-5-7982-0367-3.
2. Rezende PC, Rahmi RM, Uchida AH, et al. Type 2 diabetes mellitus and myocardial ischemic preconditioning in symptomatic coronary artery disease patients. *Cardiovasc Diabetol* 2015; 14: 66. DOI: 10.1186/s12933-015-0228-x.
3. Chen C, Chappell D, Annecke T, et al. Sevoflurane mitigates shedding of hyaluronan from the coronary endothelium, also during ischemia/reperfusion: an ex vivo animal study. *Hypoxia (Auckl)* 2016; 4: 81-90. DOI: 10.2147/HP.S98660.
4. Osipova OA, Suyazova SB, Vlasenko MA, et al. Perioperative myocardial infarction diagnostics after surgical coronary revascularization. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* 2012; 3: 44. (In Russ.) Осипова О. А., Суязова С. Б., Власенко М. А. и др. Диагностика интраоперационного инфаркта миокарда при хирургической реваскуляризации. *Современные проблемы науки и образования* 2012; 3: 44. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17822284>.
5. Argunova YA, Pomeshkina SA, Inozemtseva AA. Potential benefits of exercise training as a factor of ischemic preconditioning prior to coronary artery bypass grafting (review). *Complex Issues of Cardiovascular Diseases* 2017; 3: 166-74. (In Russ.) Аргунова Ю. А., Иноземцева А. А., Помешкина С. А. Возможности физических тренировок как фактора ишемического прекондиционирования перед выполнением коронарного шунтирования (обзор литературы). *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний* 2017; 3: 166-74. DOI: 10.17802/2306-1278-2017-6-3-166-174.
6. Sawatzky JA, Kehler DS, Ready AE, et al. Prehabilitation program for elective coronary artery bypass graft surgery patients: a pilot randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2014; 28 (7): 648-57. DOI: 10.1177/0269215513516475.
7. Poltavskaja MG, Mkrumjan JeA, Svet AV, et al. Nagruzochnye proby s gazovym analizom: posobie dlja vrachej obshhej praktiki. M.: Moskovskaja medicinskaja akademija imeni I. M. Sechenova, 2009. 40 p. (In Russ.) Полтавская М. Г., Мкртумян Э. А., Свет А. В. и др. Нагрузочные пробы с газовым анализом: пособие для врачей общей практики. М.: Московская медицинская академия имени И. М. Сеченова, 2009, 40 с.
8. Ferguson B. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association* 2014; 58 (3): 328.
9. Bautin AE, Karpova LI, Marichev AO, et al. Cardioprotective effects of ischemic conditioning. Up-to-date information in physiology, experimental evidences and clinical applications. *Transljacionnaja medicina = Translational Medicine* 2016; 3 (1): 50-62. (In Russ.) Баутин А. Е., Карпова Л. И., Маричев А. О. и др. Кардиопротективные эффекты ишемического кондиционирования: современные представления о механизмах, экспериментальные подтверждения, клиническая реализация. *Трансляционная медицина* 2016; 3 (1): 50-62. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27374664>.
10. Heusch G, Botker H, Przyklenk K, et al. Remote ischemic conditioning. *J Am Coll Cardiol* 2015; 65 (2): 177-95. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4297315/>. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.10.031.
11. Günaydin B, Cakici I, Soncul H, et al. Does remote organ ischemia trigger cardiac preconditioning during coronary artery surgery? *Pharmacol. Res* 2000; 41 (4): 493-6.
12. Cho YJ, Lee EH, Lee K, et al. Long-term clinical outcomes of Remote Ischemic Preconditioning and Postconditioning Outcome (RISPO) trial in patients undergoing cardiac surgery. *Int J Cardiol* 2016; 231: 84-9. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.12.146.
13. Lomivorotov VV, Karas'kov AM. Prekondicionirovanie v kardiokirurgii. Novosibirsk: Geo, 2010. 127 p. (In Russ.) Ломиворотов В. В., Караськов А. М. Преко́ндиционирование в кардиохирургии. Новосибирск: Гео, 2010. 127 с.
14. Lymina NP, Kotelnikova EV, Karpova E, et al. Controlled physical rehabilitation based on ischemic preconditioning phenomenon in patients with ischemic heart disease with diastolic dysfunction. *European Journal of Heart Failure* 2014; 16 (2): 1747.