

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ В КАРДИОРЕАБИЛИТАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

Э.А. Минко^{1,2}

¹ Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

² Республиканский кардиологический центр, г. Уфа, Россия

Аннотация. Актуальность работы связана с поиском способов повышения эффективности комплексной реабилитации пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование, на основе формирования навыков психофизиологической саморегуляции. **Цель:** оценка показателей variability ритма сердца до и после медицинской реабилитации на основе психофизиологического тренинга у пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование. **Материалы и методы.** Обследовано 38 пациентов кардиологического отделения медицинской реабилитации ГБУЗ РКЦ, перенесших аортокоронарное шунтирование, из них 21 – лица мужского пола, 17 – женского. Средний возраст больных составил $62,2 \pm 6,5$ лет. В целях обучения навыкам психофизиологической релаксации в экспериментальной группе (19 испытуемых) применялись технологии биологической обратной связи, пациентам предлагалось пройти 10 сеансов кардиобиоуправления, по 15 минут в течение двух недель, а также проводился мониторинг показателей variability ритма сердца в начале и в конце второго этапа кардиореабилитации. **Результаты.** Использование психофизиологического тренинга на основе метода биологической обратной связи на втором стационарном этапе медицинской реабилитации позволило улучшить исследуемые показатели variability ритма сердца у пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование, по сравнению с контрольной группой пациентов (не участвовавших в тренинге). **Заключение.** Эмпирические данные variability ритма сердца подтвердили целесообразность проведения психофизиологического тренинга с использованием метода биологической обратной связи на втором стационарном этапе медицинской реабилитации пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, variability ритма сердца, аортокоронарное шунтирование, комплексная реабилитация, второй стационарный этап медицинской реабилитации, психофизиологический тренинг, второй этап кардиореабилитации.

Введение

На сегодняшний день, ишемическая болезнь сердца (ИБС) выступает одной из наиболее часто встречающихся из числа кардиоваскулярных патологий и по-прежнему представляет собой основную причину смертности и утраты работоспособности населения во всем мире. При этом известно, что число больных ежегодно растет. В России более половины смертей происходят в результате патологий сердечно-сосудистой системы, и в особенности ИБС, которая представляет собой причину более половины летальных исходов от болезней системы кровообращения [1].

В настоящее время аортокоронарное шунтирование (АКШ) является одним из наиболее эффективных методов лечения ИБС. Однако

проблема осложнений, развивающихся после АКШ, имеет остро выраженную актуальность. Наиболее распространенными проблемами из их числа выступают периоперационный (относящийся ко времени перед операцией, во время и после нее) инфаркт миокарда (ИМ), неврологические и инфекционные осложнения, системная воспалительная реакция, возникновение почечной недостаточности, а также различных аритмий. В целях оптимизации результатов кардиохирургических операций важно диагностировать предикторы развития сердечно-сосудистых осложнений, благодаря чему возникает возможность прогнозировать риск сердечных катастроф [2].

Так, в настоящее время в области восстановительной медицины одним из ведущих

направлений является реабилитация пациентов с сердечнососудистыми заболеваниями. При этом медицинская реабилитация (МР) является важнейшим компонентом медицинской помощи больным, перенесшим аортокоронарное шунтирование [3].

Следует отметить, что от успеха медицинской реабилитации пациента во многом зависит перспектива положительного результата коронарного шунтирования. Это существенно влияет на качество жизни пациента, перенесшего операцию, его физическое состояние, психосоциальное функционирование, необходимость в повторной реваскуляризации миокарда и риск послеоперационной смерти.

Сегодня реабилитация больных кардиохирургического профиля осуществляется по трем ведущим направлениям, включая медикаментозный, физический и психологический аспекты восстановления. Реабилитационные мероприятия для данной группы пациентов организуются в соответствии с принципами преемственности и этапности. Стандартная длительность реабилитационных программ с учетом всех этапов составляет около 6–8 недель. Продолжительность первого этапа колеблется от 10 до 14 суток, он проходит непосредственно в кардиохирургическом стационаре. В это время происходит общая нормализация работы органов и систем больного. Второй этап, длительность которого варьируется в среднем от 14 до 20 дней, проходит в стационаре кардиологического отделения. Третий этап, длительностью от 20 до 30 суток, осуществляется в рамках санаторно-курортного лечения. Учитывая выше названные временные границы, стоит отметить, что второй и третий этапы комплексной реабилитации включают в себя базовый объем медикаментозного, физического, психологического и социального восстановления.

В связи с вышесказанным представляются крайне актуальными поиск и внедрение новых методов, способствующих улучшению показателей функционирования сердечнососудистой системы.

В последние годы в России становится все более выраженной тенденция к использованию альтернативных ортодоксальной медицине безлекарственных методов лечения, в частности с применением современных информационных технологий [4]. Одним из перспективных методов, все чаще применяемым в медицине, является функциональное био-

управление с биологической обратной связью (БОС). Это информационная технология, называемая иначе методом адаптивного биоуправления, биореабилитацией, висцеральным обучением, а также методом оперантного обуславливания, обеспечивающая проведение комплекса исследовательских, немедицинских, физиологических, профилактических и лечебных процедур, направленных на активизацию внутренних резервов организма с целью восстановления или совершенствования физиологических навыков. Данные процедуры осуществляются благодаря использованию специальной аппаратуры, служащей для регистрации, усиления и «обратного возврата» пациенту физиологической информации. Так, пациенту посредством внешней цепи обратной связи, организованной преимущественно с использованием микропроцессорной или компьютерной техники, предоставляется информация об актуальном состоянии и изменении тех или иных собственных физиологических процессов. Используя полученную информацию, пациент под руководством инструктора посредством специальных приемов и аппаратуры развивает навыки саморегуляции, иными словами, способность произвольно перестраивать физиологическую функцию для коррекции патологических расстройств.

Таким образом, БОС-технологии благоприятствуют восстановлению или совершенствованию физиологических функций организма с помощью активизации его внутренних резервов. БОС напрямую способствует обучению центральной и вегетативной нервной систем по принципу так называемого «физиологического зеркала»: благодаря специальному оборудованию и программному обеспечению, пациент воспринимает в образной форме физиологические показатели собственного организма, такие как температура кожи, электрическая активность мышц и головного мозга, вследствие чего происходит условно-рефлекторное обучение навыкам целенаправленной нормализации функций организма [4].

Метод БОС представляет собой нефармакологический метод лечения и реабилитации. Комплекс лечебно-диагностических и реабилитационных задач, решаемых с помощью метода БОС, огромен: от диагностики состояния мышечного тонуса, снижения активности гиперактивных мышц и релаксации, до повышения их сократительной способности и формирования двигательных навыков. На се-

годняшний день метод БОС широко применяется в медицинской практике врачей многих специальностей для лечения и реабилитации больных с различными патологиями [5], в том числе, например, для коррекции и совершенствования двигательных навыков [6, 7], улучшения кровообращения головного мозга при дисциркуляторной энцефалопатии [8], лечения нейрогенной дисфункции мочевого пузыря [9], коррекции психоэмоциональных нарушений [10].

Метод адаптивного биоуправления также успешно используется в неклинической сфере: в кабинетах психологической разгрузки, спортивных школах и центрах подготовки спортсменов, специальных учебных заведениях, а также на предприятиях, где трудовая деятельность связана с операторским трудом или с повышенной ответственностью [5].

В настоящий момент кардиологическая реабилитация является одним из ведущих направлений в области восстановительной медицины. Сегодня в современных системах кардиореабилитации используется дозированная физическая нагрузка с помощью реабилитационных эргометров с использованием биологической обратной связи по ЧСС.

Однако в системе комплексной кардиореабилитации практически не используется технология ведения тренингов интерактивного обучения искусству релаксации на основе кардиобиоуправления для формирования навыка эффективного снижения напряжения сердца. В научной литературе недостаточно сведений об использовании и оценке эффективности данного вида кардиобиоуправления с анализом динамики показателей ВРС.

Начало использования ВРС-контроля в области практической медицины можно соотнести с исследованием J. Saul и L. Bernardi, осуществивших оценку ВРС при кардиальной трансплантации и сформулировавших гипотезу о том, что данный анализ может оказаться удобной и показательной моделью для исследования автономной реиннервации сердца в послеоперационном периоде [11]. Эти и дальнейшие исследования дали основания предполагать, что ВРС-контроль может являться независимым маркером успешности реваскуляризации миокарда [12, 13]. Позже установили, что использование кардиограммы (КИГ) высокого разрешения дает возможность обнаружить дополнительные дифференцированные клиничко-инструментальные

показатели при отборе больных для АКШ и выявлять предоперационные маркеры интраоперационного риска кардиоаритмий, угрожающих жизни пациента. При этом клинический анализ ВРС предполагает применение КИГ-метода для оценки динамики патологического процесса после реваскуляризации миокарда [12].

В настоящее время анализ variability сердечного ритма (ВРС) имеет значение, поскольку этот метод позволяет осуществлять интегральную оценку состояния сердечнососудистой системы, а также прогнозировать риск развития сердечнососудистых осложнений, в частности определять эффективность реабилитационных мероприятий.

Целью исследования являлась оценка показателей variability ритма сердца у пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование, проходящих реабилитацию с использованием психофизиологического тренинга по методу биологической обратной связи. Главной задачей использования БОС-метода выступало повышение эффективности комплексной реабилитации пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование, благодаря формированию у пациентов навыка психофизиологической релаксации и, как следствие, улучшению ВРС-показателей.

Материалы и методы

На пилотном этапе исследования было обследовано 38 пациентов кардиологического отделения медицинской реабилитации ГБУЗ «Республиканский кардиологический центр», г. Уфа, перенесших аортокоронарное шунтирование. Средний возраст больных составил $62,2 \pm 6,5$ лет. Пациенты мужского пола – 21, женского – 17. В экспериментальной группе (19 испытуемых) применялись технологии функционального биоуправления: БОС-тренинги проводились на аппаратном комплексе «Веда Пульс Professional», дополненном диагностическим программным модулем «Академический модуль» и программным модулем реабилитации «Медитация (биоуправление)». В целях обучения навыку психофизиологической релаксации пациентам предлагалось пройти 10 сеансов кардиобиоуправления по 15 минут в течение двух недель под руководством медицинского психолога. В начале и в конце второго стационарного этапа медицинской реабилитации были осуществлены два мониторинга (измерение 1 и 2) пока-

зателей ВРС (при положенном количестве интервалов 512).

Биологическая обратная связь (аппаратный аутотренинг) – это метод инструментальной терапии и медицинской реабилитации, во время которого пациенту с помощью электронных приборов мгновенно и непрерывно предоставляется информация о физиологических показателях деятельности его органов посредством световых или звуковых сигналов обратной связи, благодаря чему формируется навык произвольной регуляции собственного психофизиологического состояния.

Как правило, БОС-тренинг проводится в три этапа и включает в себя от 10 до 20 занятий. В настоящем исследовании подготовительный этап включал в себя обследование и два пробных сеанса.

Основной этап предполагает выработку навыков психофизиологического расслабления и представляет собой занятия непосредственно тренингом по заданным протоколам. Этот этап включал в себя восемь сессий кардиобиоуправления по 15 минут. На заключительном этапе осуществлялся завершающий кардиомониторинг, проведено сравнение результатов работы в начале и конце сеансов.

Для анализа ВРС использовались геометрические методы, которые позволяют в образной форме представить распределение RR-интервалов.

В исследовании учитывался показатель амплитуды моды (АМо) – количество или процентная доля кардиоинтервалов, попадающих под значение моды (Мо), то есть наиболее часто встречающихся по длительности кардиоинтервалов. Чем больше АМо, тем выше стабильность ритма и меньше его вариабельность.

Также в настоящем исследовании учитывались суммарные вегетативные индексы, такие как ИВР – индекс вегетативного равновесия, характеризующий соотношение симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм; ВПР – вегетативный показатель ритма, отражающий степень влияния парасимпатического звена регуляции; ИН – индекс напряжения регуляторных систем; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции.

Критериями включения пациентов в экспериментальную группу являлось желание пациентов, а также отсутствие мерцательной аритмии (фибрилляции предсердий).

В рамках изучения динамики ВРС-показателей после АКШ в процессе кардиореабилитации с целью изучения эффективности психофизиологической саморегуляции осуществлялась математико-статистическая обработка полученных данных. Поскольку эмпирическое распределение данных не соответствовало нормальному, с учетом количества пациентов в каждой группе использовался непараметрический критерий Т-Уилкоксона для зависимых выборок, а также таблицы сопряженности. Статистическая обработка данных производилась в пакете программ Statistica v. 10.0.

Результаты и обсуждение

В результате кардиореабилитации с проведением психофизиологического тренинга интерактивного обучения искусству релаксации посредством функционального биоуправления в экспериментальной группе были получены данные, представленные в табл. 1.

В режиме кардиобиоуправления прибор автоматически осуществлял контроль над степенью напряжения организма и производил изменения сюжета в соответствии с эффективностью «расслабления» сердца.

Представленные данные свидетельствуют об улучшении диагностируемых показателей ВРС: цена адаптации, индекс вегетативного равновесия, индекс напряжения регуляторных систем организма, показатель адекватности процессов регуляции. Выраженность изменений находится в зоне значимости с данной доверительной вероятностью $p \leq 0,01$.

Результаты исследования показателей ВРС в начале и в конце второго этапа кардиореабилитации пациентов после аортокоронарного шунтирования, не участвующих в БОС-тренинге представлены в табл. 2.

Как видно из данных, представленных в табл. 2, в контрольной группе улучшились средние значения цены адаптации, индекса внутреннего напряжения регуляторных систем организма, индекса внутреннего напряжения и показателя адекватности процессов регуляции, при $p > 0,05$.

Данные, полученные в ходе измерения ВРС-показателей в экспериментальной и контрольной группах, продемонстрировали высокий уровень суммарных вегетативных индексов и цены адаптации по сравнению с общепринятой нормой [14].

Таблица 1
Table 1Сводные данные показателей ВРС в экспериментальной группе
HRV indicators in the experimental group

Показатели ВРС HRV indicator	Исходные Initial value	Конечные Final value	Сдвиги Changes	
			Абсолют. величина Absolute value	%
АМо, %	83	60	23	28
ИВР, у.е. / ABI, с.у.	2480	1152	1328	53
ИН, у.е. / SI, с.у.	1476	766	710	48
ПАРП, у.е. / RPAI, с.у.	108	73	35	32

Таблица 2
Table 2Сводные данные показателей ВРС в контрольной группе
HRV indicators in the control group

Показатели ВРС HRV indicator	Исходные Initial value	Конечные Final value	Сдвиги Changes	
			Абсолют. величина Absolute values	%
АМо, %	98	83	15	15
ИВР, у.е. / ABI, с.у.	2520	2208	312	12
ИН, у.е. / SI, с.у.	1716	1511	205	12
ПАРП, у.е. / RPAI, с.у.	108	107	1	1

Это хорошо согласуется с известными данными о том, что в раннем послеоперационном периоде после аортокоронарного шунтирования происходит значительное снижение показателей ВРС [15].

Известно, что во время проведения операции АКШ в условиях искусственного кровообращения (ИК) повреждаются симпатические и парасимпатические разветвления (дуга аорты, перикард, vasa nervorum). Это сопровождается развитием частичной вегетативной денервации сердца с возникновением дисфункции, что проявляется в нарушении параметров частоты и variability ритма сердца. Существенно снижается парасимпатический тонус, что представляет собой прогностически неблагоприятный фактор. Отмечается резкое повышение стресс-индекса. Данные нарушения ВРС клинически проявляются в форме тахикардии, различных аритмий, субъективных ощущениях выраженного сердцебиения [16, 17].

Значительный научный интерес в связи с полученными результатами также представляют работы, в которых исследуется динамика ВРС-показателей при воздействии ментального и физического стресс-стимула. В.М. Михайловым с соавторами (2006) было произведено сравнение групп обследуемых с

преимущественным воздействием психоэмоционального компонента (кандидаты в космонавты в период тренировки на выживаемость и парашютисты во время и после прыжков), а также физического компонента (хоккеисты). В результате это позволило определить типичную динамику ВРС-показателей под воздействием стресс-стимула, свидетельствующую о снижении variability ритма, а также, в меньшей мере, парасимпатических влияний и активности симпатoadренальной системы [18].

Вышеприведенные данные настоящего исследования свидетельствуют о том, что исследуемые ВРС-показатели экспериментальной группы улучшились по итогу второго этапа реабилитации в большей степени, чем у контрольной. Это может быть связано с тем, что в процессе биоуправления формируется навык эффективного снижения напряжения сердца, что хорошо согласуется с данными, имеющимися в научной литературе, описанными в результате исследований с использованием БОС-технологий и ВРС-анализа.

Так, рядом ученых [19] было проведено исследование эффективности БОС-тренинга в группе педагогов с признаками симпатикотонии и с профессиональным стажем более 20 лет. Изучались показатели вегетативной регу-

ляции сердечного ритма до и после проведения БОС-тренинга из 10 сеансов в сравнении с группой лиц, не участвующих в тренинге. В результате у педагогов первой группы было выявлено повышение вагусных влияний на ритм сердца и снижение симпатической активности, которое стало более выраженным уже после 4-5 сеанса тренинга. У лиц с симпатикотонией, не занимающихся по БОС-методу, степень реактивности вегетативных структур осталась в среднем на первоначальном уровне. При этом у педагогов первой группы фоновое значение суммарной мощности спектра ВРС по итогу стало выше в 1,5 раза, чем у преподавателей группы контроля.

Эффективность БОС-метода активно изучается в спортивной медицине. Существуют данные в пользу того, что биологическая обратная связь способствует повышению адаптационных возможностей организма при физических нагрузках. В ряде исследований доказана эффективность БОС по вариабельности ритма сердца в нормализации ВРС-показателей у спортсменов. Показано также, что кардиореспираторный тренинг в режиме адаптивного самоуправления способствует росту показателя суммарного эффекта регуляции ВРС у спортсменов, тренирующихся на выносливость [20].

Важно отметить, что в отношении существующих исследований эффективности БОС-технологий в кардиореабилитации после операции АКШ метод анализа литературных источников не дал результатов.

При этом в различных исследованиях в области медицины и психофизиологии широко используется ВРС-анализ.

Минаков Э.В. с соавт. (2010) проводили исследование динамики адаптационного процесса у больных, перенесших АКШ, с использованием спектрального анализа ВРС на основе проведения функциональной пробы с фиксированным темпом дыхания. Было показано, что у пациентов после АКШ в условиях искусственного кровообращения, наблюдается резкое снижение параметров ВРС. Вегетативный баланс восстанавливается крайне медленно (на это требуется несколько лет) и неполноценно с учетом прогрессирования атеросклероза. При этом функциональная проба с фиксированным темпом дыхания в оценке долговременной реабилитации обнаруживает разнонаправленные изменения спектральных компонентов ВРС, на которые,

вероятно, оказывают влияние различные факторы, такие, например, как возраст, особенности проведения операции, дальнейшее прогрессирование атеросклероза, условия реабилитации, медикаментозное лечение [21].

На сегодняшний день имеется большое количество данных, полученных в результате исследований ВРС пациентов кардиологического и кардиохирургического профиля. Они свидетельствуют о снижении основных параметров ВРС и изменении их внутреннего соотношения в ходе течения ИБС, например при артериальной гипертензии, развитии острого инфаркта миокарда [12, 22], стенокардии напряжения, дисфункции миокарда [23].

Имеются данные о том, что БОС-метод по ВРС используется в клинической практике для реабилитации синдрома психофизиологического напряжения при сердечнососудистых заболеваниях, для улучшения динамики восстановления после инфаркта миокарда, профилактики рисков развития повторных рецидивов, обусловленных стрессовым напряжением¹.

В настоящем исследовании была предпринята попытка расширить имеющиеся представления об эффективности БОС-технологий в реабилитации больных кардиохирургического профиля, в данном случае – перенесших АКШ.

БОС-метод является безмедикаментозным методом восстановления работы сердца благодаря технологии психофизиологического расслабления (кардиобиоуправления). Его использование в комплексной реабилитации после АКШ сопровождается значительными улучшениями исследуемых ВРС-показателей. Улучшение ВРС-показателей позволяет повысить качество жизни и снизить риск развития сердечнососудистых катастроф.

Заключение

Применение метода функционального кардиобиоуправления на втором этапе кардиологической реабилитации после аортокоронарного шунтирования сопровождается достоверно выраженным эффектом в отношении вариабельности ритма сердца: цены адаптации, индекса вегетативного равновесия, индекса напряжения

¹ Ивановский Ю.В., Сметанкин А.А. Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации // Общие вопросы применения метода БОС. СПб.: ЗАО «Биосвязь». 2008. С. 20–40.

регуляторных систем организма, показателя адекватности процессов регуляции.

Результаты исследования расширяют теоретические представления о возможности применения метода биологической обратной связи для повышения эффективности медицинской реабилитации после аортокоронарного шунтирования, и, таким образом, могут быть использованы специалистами помогающих профессий, причастных к реабилитации пациентов, в частности специалистами мультидисциплинарных бригад, для помощи пациентам в освоении навыка психофизиологического расслабления, нормализации ВРС, что, в свою очередь, способствует общему успеху реабилитации.

Конфликт интересов

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

Литература

1. Шабает И.Ф., Тарасов Р.С., Козырин К.А. Госпитальные результаты мининвазивного коронарного шунтирования передней нисходящей артерии на работающем сердце // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2019. Т. 8, № 2. С. 58–67. DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-2-58-67
2. Повторное коронарное шунтирование через 19 лет после первичной операции аортокоронарного шунтирования / А.В. Казарян, И.Ю. Сигаев, Б.Д. Морчадзе, И.В. Пилипенко // *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2016. Т. 58, № 4. С. 236–240. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26697161>
3. Эффективность медицинской реабилитации ишемической болезни сердца в составе санаторно-курортного лечения / А.С. Иващенко, В.В. Ежов, Н.А. Северин, Н.А. Прокопенко // *Евразийский кардиологический журнал*. 2017. № 2. С. 28–32. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29111910>
4. Аладышев А.В., Субботин Е.А. Функциональное биоуправление с обратной связью – перспективная информационная технология в медицине // *Современные наукоемкие технологии*. 2005. № 3. С. 86–87. <https://elibrary.ru/item.asp?id=11147668>
5. Власова В.П. Возможности БОС-технологий в адаптивном физическом воспитании и реабилитации детей с ограниченными возможностями здоровья // *Теория и практика физической культуры*. 2016. № 8. С. 32–34. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26292898>
6. Гимазов Р.М. Обоснование методики коррекции свойств двигательных способностей человека с использованием биологической обратной связи по опорной реакции // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019. Т. 96, № 3. С. 41–49. DOI: 10.17116/kurort20199603141
7. Капилевич Л.В., Кошельская Е.В., Кривошеков С.Г. Физиологические основы совершенствования точности движений на основе стабильного графического тренинга с биологической обратной связью // *Физиология человека*. 2015. Т. 41, № 4. С. 73. DOI: 10.7868/S0131164615040098
8. Голованов А.И. Функциональное биоуправление с биологической обратной связью в реабилитации больных дисциркуляторной энцефалопатией // *Известия ТРТУ*. 2004. № 6 (41). С. 134–138. <https://elibrary.ru/item.asp?id=9304716>
9. Бердичевская Е.М. Использование метода биологической обратной связи в лечении детей с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2006. № 2 (49). С. 270. <https://elibrary.ru/item.asp?id=9249033>
10. Артемьева Е.Н. Биологическая обратная связь как метод коррекции психоэмоциональных, поведенческих и речевых нарушений у детей младшего школьного возраста // *Бюллетень Северного государственного медицинского университета*. 2016. № 2 (37). С. 8–9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29729230>
11. Saul J., Bernardi L. Heart Rate Variability after Cardiac Transplantation / In: Malik M., Camm A.J. (eds): *Heart Rate Variability*. New York: Futura Publishing Company Inc. 1995. P. 479–494.
12. Вариабельность сердечного ритма у больных ишемической болезнью сердца при аортокоронарном шунтировании / В.А. Куватов, В.А. Миронов, М.В. Бавыкин, Т.Ф. Миронова // *Вестник Удмуртского университета*. Серия: Биология. Науки о Земле. 2012. № 2. С. 68–78. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17830029>
13. Возможность неинвазивной диагностики коронарного рестеноза при оценке динамики показателей вариабельности ритма сердца / А.Т. Тепляков, А.В. Лукинов, А.В. Левшин и др. // *Клиническая медицина*. 2010. № 3. С. 21–26. <https://elibrary.ru/item.asp?id=15138364>

14. *Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. 1996. Vol. 93 (5). P. 1043–1065. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8598068/>*
15. *Вариабельность ритма сердца до и после операции коронарного шунтирования у больных ИБС / И.В. Киселева, Г. В. Рябыкина, А.В. Соболев, А.А. Агапов, Р.С. Акчурин // Кардиология. 2002. № 7. С. 16–20. <https://elibrary.ru/item.asp?id=14930863>*
16. *Folkow B. Svanborg A. Physiology of cardiovascular aging // Physiol. Reviews. 1993. Vol. 73, № 4. P. 725–764. DOI: 10.1152/physrev.1993.73.4.725.*
17. *Рагозин А.Н. Информативность спектральных показателей variability сердечного ритма / А.Н. Рагозин // Вестник аритмологии. 2001. № 22. С. 37–40. <https://elibrary.ru/item.asp?id=9166646>*
18. *Михайлов В.М., Похачевский А.Л., Похачевская Э.В. Количественная оценка текущего функционального состояния при стрессе // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2006. № 2. С. 19–21. <https://elibrary.ru/item.asp?id=9210823>*
19. *Реактивность вегетативной регуляции ритма сердца в процессе курса биоуправления параметрами variability сердечного ритма у педагогов / Л.В. Поскопинова, М.А. Овсянкина, Е.В. Кривоногова, А.В. Мельникова // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25325603>*
20. *Сергеева Е.Г., Ибрагимов Т.В., Дидур М.Д. Биологическая обратная связь и коррекция variability ритма сердца у спортсменов, тренирующихся на выносливость // Интерактивная наука. 2018. № 4 (26). С. 32–36. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35144934>*
21. *Минаков Э.В., Дубачев А.А., Минакова Н.Э. Характеристика динамики адаптационного процесса у пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование (на основе оценки variability ритма сердца) // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 2. С. 127–131. <https://elibrary.ru/item.asp?id=16459576>*
22. *Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis / S. Akselrod, D. Gordon, J.B. Madwed et al. // Am J Physiol. 1985. Vol. 249 (4 Pt 2). P. 67–75. DOI: 10.1152/ajpheart.1985.249.4.H867.*
23. *DiFrancesco D., Tromba C. Muscarinic control of the hyperpolarization-activated current (if) in rabbit sino-atrial node myocytes. J Physiol. 1988. Vol. 405. P. 493–510. DOI: 10.1113/jphysiol.1988.sp017344*

Минко Эльза Анатольевна, аспирант, кафедра общей и социальной психологии, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы (Россия, 450000, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Октябрьской Революции, 3А); медицинский психолог, Республиканский кардиологический центр (Россия, 450106, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Степана Кувыкина, 96), elzaminko@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6399-9697.

Поступила в редакцию 1 марта 2021 г.; принята 15 мая 2021 г.

DOI: 10.14529/jpps210212

ASSESSMENT OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL SELF-REGULATION IN CARDIAC REHABILITATION BY MEANS OF HEART RATE VARIABILITY

E.A. Minko^{1,2}, elzaminko@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6399-9697.

¹ *Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla (3A Oktyabrskaya Revolyutsii str., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450000, Russian Federation)*

² *Republican Cardiological Center (96 Stepan Kuvykin str., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450106, Russian Federation)*

Abstract. The relevance of the work is associated with the search for ways to increase the effectiveness of the comprehensive rehabilitation of patients after coronary artery bypass grafting

based on the formation of psychophysiological self-regulation skills. **Aim.** The paper aims to assess the indicators of heart rate variability before and after medical rehabilitation based on psychophysiological training in patients after coronary artery bypass grafting. **Materials and methods.** 38 patients of the rehabilitation cardiology department (Republican Cardiological Center) who underwent coronary artery bypass grafting were examined, of which 21 were males, 17 were females. The average age of the patients was $62,2 \pm 6,5$ years. Biofeedback technologies were used to acquire the skills of psychophysiological relaxation in the experimental group (19 subjects). Patients were asked to undergo 10 cardiac control sessions, 15 minutes each for two weeks. At the beginning and at the end of rehabilitation, heart rate variability was monitored. **Results.** The use of psychophysiological training based on biofeedback at the second inpatient stage of medical rehabilitation made it possible to improve the indicators of heart rate variability in patients of the experimental group compared with the control group. **Conclusion.** Empirical data on heart rate variability confirmed the feasibility of psychophysiological training with biofeedback at the second inpatient stage of medical rehabilitation after coronary artery bypass grafting.

Keywords: biofeedback, heart rate variability, coronary artery bypass grafting, comprehensive rehabilitation, inpatient stage, medical rehabilitation, psychophysiological training, cardiac rehabilitation.

Conflict of interest. The authors declares no conflict of interest.

References

1. Shabaev I.F., Tarasov R.S., Kozyrin K.A. In-hospital results of minimally invasive off-pump coronary artery bypass grafting. *Kompleksnye problemy serdechno-sosudistykh zabolevanii = Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2019; 8 (2): 58–67. (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-2-58-67
2. Kazaryan A.V., Sigaev I.Y., Morchadze B.D., Pilipenko I.V. Repeated coronary artery bypass through 19 years after primary surgery cabg. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya = Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2016; 58 (4): 236–240. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=26697161>
3. Ivashchenko A.S., Iezhov V.V., Severin N.A., Prokopenko N.A. The effectiveness of medical rehabilitation in coronary heart disease as a part of the spa resort treatment. *Evraziiskii kardiologicheskii zhurnal = Eurasian heart journal*. 2017; 2: 28–32. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=29111910>
4. Aladyshev A.V., Subbotin E. A. Functional biofeedback management a promising information technology in medicine. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern high technologies*. 2005; 3: 86–87. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=11147668>
5. Vlasova V.P. Biofeedback technology application specifics in adaptive physical education and rehabilitation of retarded children. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury = Theory and Practice of Physical Culture*. 2016; 8: 32–34. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=26292898>
6. Gimazov R.M. Substantiation of a procedure for correction of the properties of human motor abilities via biofeedback for support reaction. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury = Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2019; 96 (3): 41–49. (in Russ.). DOI: 10.17116/kurort20199603141
7. Kapilevich L.V., Koshelskaya E.V., Krivoshekov S.G. Physiological basis of the improvement of movement accuracy on the basis of stabilographic training with biological feedback. *Fiziologiya cheloveka = Human Physiology*. 2015; 41 (4): 73. (in Russ.). DOI: 10.7868/S0131164615040098
8. Golovanov A.I. Functional biofeedback biofeedback in the rehabilitation of patients with dyscirculatory encephalopathy. *Izvestiya TRTU = News of TRTU*. 2004; 6 (41): 134–138. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=9304716>
9. Berdichevskaya E.M. The use of the biofeedback method in the treatment of children with neurogenic bladder dysfunction. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Bulletin of Russian State Medical University*. 2006; 2 (49): 270. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=9249033>

10. Artemyeva E.N. Biological feedback as a method of correction of psychoemotional, behavioral and speech disorders in children of primary school age. *Byulleten' Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Bulletin of the Northern State Medical University*. 2016; 2 (37): 8–9. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=29729230>
11. Saul J., Bernardi L. Heart Rate Variability after Cardiac Transplantation. Malik M., Camm A.J. (eds). *Heart Rate Variability*. New York. Futura Publishing Company Inc. 1995: P. 479–494.
12. Kuvatov V.A., Mironov V.A., Bavikin M.V., Mironova T.F. Heart rate variability in patients with coronary artery disease at aorto-coronary shunting. *Vestnik udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle = Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 2012; 2: 68–78. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=17830029>
13. Teplyakov A.T., Lukinov A.V., Levshin A.V. et al. The possibility of non-invasive diagnosis of coronary restenosis in assessing the dynamics of heart rate variability indicators. *Klinicheskaya meditsina = Clinical Medicine*. 2010; 3: 21–26. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=15138364>
14. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996; 93 (5): 1043–1065. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8598068/>
15. Kiseleva I.V., Ryabykina G.V., Sobolev A.V., Agapov A.A., Akchurin R.S. Heart rate variability before and after coronary artery bypass surgery in patients with ischemic heart disease *Kardiologiya = Cardiology*. 2002; 7: 16–20. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=14930863>
16. Folkow B., Svanborg A. Physiology of cardiovascular aging. *Physiol Rev*. 1993; 73 (4): 725–764. DOI: 10.1152/physrev.1993.73.4.725.
17. Ragozin A.N. Informativeness of spectral indicators of heart rate variability. *Vestnik aritmologii = Journal of Arrhythmology*. 2001; 22: 37–40. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=9166646>
18. Mikhaylov V.M., Pokhachevsky A.L., Pokhachevskaya E.V. Quantitative assessment of current functional state under stressful conditions. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya = Pathological physiology and experimental therapy*. 2006; 2: 19–21. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=9210823>
19. Poskotinova L.V., Ovsyankina M.A., Krivonogova E.V., Melnikova A.V. Reactivity of heart rate autonomous nervous regulation during the course of heart rate variability biofeedback in teachers. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2015; 1-1. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=25325603>
20. Sergeeva E.G., Ibragimova T.V., Didur M.D. Biofeedback and correction of cardiac rhythm variability in athletes training for endurance. *Interaktivnaya nauka = Interactive science*. 2018; 4 (26): 32–36. (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=35144934>
21. Minakov E.V., Dubachev A.A., Minakova N.E. The characteristic of dynamics of adaptable process at the patients who have transferred aortocoronary shunting (on the basis the estimation of variability the rhythm of heart). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii = Journal of New Medical Technologies*. 2010; 17 (2): 127–131. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=16459576>
22. Akselrod S., Gordon D., Madwed J.B. et al. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. *Am J Physiol*. 1985; 249 (4 Pt 2): H867-75. DOI: 10.1152/ajpheart.1985.249.4.H867.
23. DiFrancesco D., Tromba C. Muscarinic control of the hyperpolarization-activated current (if) in rabbit sino-atrial node myocytes. *J Physiol*. 1988; 405: 493–510. DOI: 10.1113/jphysiol.1988.sp017344

Received 1 March 2021; accepted 15 May 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Минко, Э.А. Оценка эффективности психофизиологической саморегуляции в кардиореабилитации по показателям вариабельности ритма сердца / Э.А. Минко // Психология. Психофизиология. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 123–132. DOI: 10.14529/jpps210212

FOR CITATION

Minko E.A. Assessment of Psychophysiological Self-Regulation in Cardiac Rehabilitation by Means of Heart Rate Variability. *Psychology. Psychophysiology*. 2021, vol. 14, no. 2, pp. 123–132. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps210212