

УДК 612. 213

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
ИСПЫТУЕМЫХ В ВОСТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ
ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОБЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
УПРАВЛЯЕМОГО ДЫХАНИЯ С ИНДИВИДУАЛЬНО ПОДОБРАННОЙ
ЧАСТОТОЙ**

Бирюкова Е.А., Чуян Е.Н., Богданова О.Д.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: biotema@rambler.ru*

Изучены изменения показателей variability сердечного ритма в течение 30-минут восстановительного периода после субмаксимальной физической нагрузки у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под воздействием управляемого дыхания (УД), частота которого соответствует частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра сердечного ритма.

Показано, что десятидневное УД с индивидуально подобранной частотой приводит к увеличению адаптивных возможностей организма, оптимизации регуляторных механизмов, снижению энергетических затрат и повышению скорости восстановительных процессов у испытуемых в ответ на субмаксимальную физическую нагрузку.

Ключевые слова: управляемое дыхание, variability сердечного ритма, восстановительный период, велоэргометрическая проба.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что восстановление физиологических функций после интенсивной мышечной деятельности является естественным свойством организма человека, существенно определяющим его функциональное состояние. Поэтому скорость и характер восстановительных процессов после физических нагрузок являются одним из критериев оценки адаптационных резервов организма испытуемых.

В настоящее время среди многочисленных диагностических методов исследований большое значение придается функциональным пробам с дозированной физической нагрузкой, поскольку во время их проведения происходит активация всех звеньев кардиореспираторной системы (КРС) [1]. Получение информации о состоянии КРС в целом и ее функциональной работоспособности возможно методом анализа переходных процессов в этой системе, являющихся критерием качества регуляторных механизмов [2].

Для реализации такого подхода удобно использовать анализ variability сердечного ритма (ВСР), который является неинвазивным методом исследования вегетативных влияний на сердце и позволяет оценить функциональное состояние

различных отделов вегетативной нервной системы (ВНС) посредством их воздействия на сердечный ритм (СР) [3].

Ранее в наших исследованиях [4] показана возможность модулирования ВСР у испытуемых с разным тонусом вегетативной нервной системы (ВНС) различными внешними влияниями, в том числе и управляемым дыханием (УД) с индивидуально подобранной частотой (ИПЧ), которая соответствует частоте локализации максимального пика мощности СР в низкочастотном (LF) диапазоне спектра, при этом УДИПЧ является мощным механизмом управления СР и влияет на функциональное состояние КРС.

Однако эти данные могут быть существенно дополнены анализом изменения показателей ВСР в восстановительном периоде после физической нагрузки, в качестве которой можно использовать велоэргометрическое (ВЭМ) тестирование.

В связи с этим, целью настоящей работы явилась оценка изменения показателей ВСР в течение 30-минутного восстановительного периода после субмаксимальной физической нагрузки у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под воздействием УДИПЧ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 53 студента-волонтера женского пола в возрасте 18-23 лет, условно здоровых, без признаков патологии КРС. Фаза менструального цикла не учитывалась. Все испытуемые дали добровольное согласие на участие в исследовании.

Предварительная запись ВСР с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М» (производство научно-исследовательской лаборатории «Динамика», г. Санкт-Петербург) выявила индивидуально-типологические отличия этих испытуемых, связанные, в частности, со значениями стресс-индекса (S_i). Известна классификация Баевского Р.М. [5], согласно которой испытуемых со средними значениями S_i ($50 \leq S_i \leq 200$ усл.ед.) относят к нормотоникам, с высокими значениями ($S_i \geq 200$ усл.ед.) – к симпатотоникам и низкими ($S_i \leq 50$ усл.ед.) – к ваготоникам. В соответствии с этим все испытуемые были разделены на 3 группы: I – со средними значениями S_i – 40 % (n=21); II – с высокими значениями S_i – 30 % (n=16) и III – с низкими значениями S_i – 30 % (n=16). В эксперимент было отобрано равное количество волонтеров всех трех групп (всего 24 человека, по 8 человек в каждой группе). Такой отбор позволил сформировать однородные группы испытуемых.

В первый день исследования регистрацию показателей ВСР с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М» проводили на фоне спонтанного дыхания – контрольная запись.

Для реализации поставленной цели были использованы показатели, являющиеся маркерами функционального состояния испытуемых и относящиеся к разным методам анализа ВСР: общая мощности спектра СР (TP, мс²; спектральный анализ), S_i (усл.ед.; метод вариационной пульсометрии по Баевскому) и Health (%; метод фрактальной нейродинамики; ФНД), которые подробно описаны в литературе и наших предыдущих исследованиях [5-8].

Затем проводили ВЭМ-пробу и повторную регистрацию показателей ВСР в

течение 30-ти минут (6 записей по 5 минут) восстановительного периода.

ВЭМ пробу у испытуемых проводили с помощью велоэргометра «KETTLE-Х1» (производство «GmbH&Co postfach», Германия) в положении сидя с частотой вращения педалей 40-60 оборотов в минуту по методике ступенчато-возрастающей нагрузки (всего 3 ступени). Динамическая нагрузка продолжалась до достижения частоты сердечных сокращений (ЧСС) 75 % от максимального возрастного уровня. Данный метод предложен К. Andersen и соавт. [9] и рекомендован к применению Комитетом экспертов ВОЗ. Продолжительность каждой ступени нагрузки составляла 3 мин, начальный уровень нагрузки (I-я ступень) – 75 Вт, II-я – 100 Вт и III-я – 125 Вт. [10]. Критерием прекращения теста являлось достижение испытуемым субмаксимальной ЧСС (пробу заканчивали к моменту истечения текущей минуты) [11].

В последующие 10 дней эксперимента ежедневно в одно и то же время [12] с испытуемыми проводили сеансы УД, частота которого соответствовала частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном (LF) диапазоне СР [13].

Во время сеанса УДИПЧ каждый испытуемый дышал под индивидуальный ритм, задаваемый «дыхательным шаром», параметры которого рассчитывались по ритмограмме, записанной непосредственно перед сеансом дыхания на АПК «Омега» [14].

Продолжительность сеанса УДИПЧ составляла около 5-ти минут. Повторную запись ритмограммы проводили не ранее, чем через 5 минут после окончания сеанса УДИПЧ.

На 10-й день исследования повторно проводили ВЭМ пробу и 30-минутную регистрацию показателей ВСР.

Критерием эффективности используемого метода являлось изменение показателей ВСР относительно фоновой записи до нагрузочного тестирования и УДИПЧ и контрольной записи, показателей ВСР, полученной в 10-й день исследования до нагрузочного тестирования.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета программ «Омега-М», «Статистика 6.0» и «Microsoft Excel». Достоверность различий полученных данных определяли с помощью критерия Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ результатов исследований в 1-е (фон) и 11-е (после 10-тидневного курса УДИПЧ) сутки показал отличия в функциональном состоянии испытуемых, выраженные в достоверном изменении производных показателей ВСР волонтеров после курса УДИПЧ (рис. 1-3). Эти изменения подробно описаны в наших предыдущих исследованиях [15] и связаны с тем, что 10-тидневный курс УДИПЧ приводит к оптимизации управляющих функций СР испытуемых на разных уровнях регуляции.

Анализ показателей ВСР, записанных до после УДИПЧ, показал увеличение у волонтеров выделенных групп значений показателя Si и снижение показателей общей мощности спектра СР (TP) и Health в первые минуты после проведения ВЭМ-пробы в среднем в 5-7 раз ($p < 0,05$) относительно фоновых значений (рис. 1-3).

Однако анализ следующих записей ВСР, произведенных с 5-ой по 30-ую минуту после ВЭМ-тестирования позволил зарегистрировать изменения динамики

восстановительных процессов у испытуемых выделенных групп под воздействием 10-тидневного курса УДИПЧ.

Так, после 10-тидневного курса УДИПЧ у испытуемых 1-ой группы (нормотоников) уже с 15-ой по 20-ую минуту восстановительного периода происходило достоверное снижение показателя S_i на 59,2 % ($p < 0,05$) относительно его значений в 1-е (фоновые) сутки исследования. Однако наибольшие изменения данного показателя были зарегистрированы с 25-ой по 30-ую минуту после ВЭМ тестирования и составили 49,1 % относительно записи, полученной в то же время в 1-е сутки (рис. 1). У испытуемых 2-ой группы (ваготоников) достоверные различия в значениях исследуемого показателя в 1-е и 11-е сутки исследования регистрировали также с 15-ой по 20-ую минуту восстановления, и с 25-ой по 30-ую минуту они достигали 42,7 % ($p < 0,05$) от значений S_i в это же время восстановления в фоновый день исследования. У испытуемых 3-ей группы (симпатотоников) достоверные различия в динамике данного показателя до и после курса УДИПЧ были зарегистрированы уже с 10-ой по 15-ую минуту, и с 25-ой по 30-ую минуту восстановительного периода они составляли 37,8 % ($p < 0,05$) от значений S_i в фоновый день исследования (рис. 1).

Так, наиболее ранние и более эффективные изменения показателя S_i были зарегистрированы в группе симпатотоников, с исходно высокими значениями данного показателя.

Известно, что S_i отражает уровень напряженности регуляторных систем [5]. Заметим, что S_i увеличивается в 1,5-5,0 раз при физической нагрузке, в 1,1-3,9 раза при эмоциональном предэкзамениационном стрессе у студентов и школьников, в 1,4-1,7 раза у космонавтов во время магнитной бури, в 20-30 раз у спортсменов, участвующих в соревнованиях по спортивным играм и в единоборствах, что свидетельствует о состоянии сильнейшего функционального напряжения, «на грани срыва адаптации» [16]. Таким образом, полученные результаты исследования свидетельствуют о том, что курсовое УДИПЧ приводит к снижению напряженности, увеличению стрессоустойчивости и эффективности восстановительных процессов у испытуемых после проведения ВЭМ.

Полученные данные подтверждаются анализом показателя общей мощности спектра СР (ТР), который отражает суммарную активность вегетативных воздействий на СР [6, 17].

Следует отметить, что у испытуемых с нормальным тонусом ВНС (I-я группа) достоверные отличия в динамике данного показателя в разные сроки исследования были зарегистрированы уже в период с 10-ой по 15-ую минуту исследования, а максимальных значений достигали к 25-ой-30-ой минуте (176,5 % ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя в 1-й день исследования; рис. 2). У испытуемых-ваготоников (II-ая группа) достоверные различия в значениях исследуемого показателя в 1-е и 11-е сутки исследования регистрировали начиная только с 20-ой по 25-ую минуту восстановления, однако с 25-ой по 30-ую минуту – они достигали 195,7% ($p < 0,05$) от значений ТР в это же время в фоновый день исследования. А у волонтеров-симпатотоников (III-я группа) различия в динамике данного показателя до и после курса УДИПЧ были зарегистрированы с 15-ой по 20-ую

минуту, а с 25-ой по 30-ую минуту восстановительного периода они составляли 212,2 % ($p < 0,05$) от значений ТР в фоновый день исследования (рис. 2).

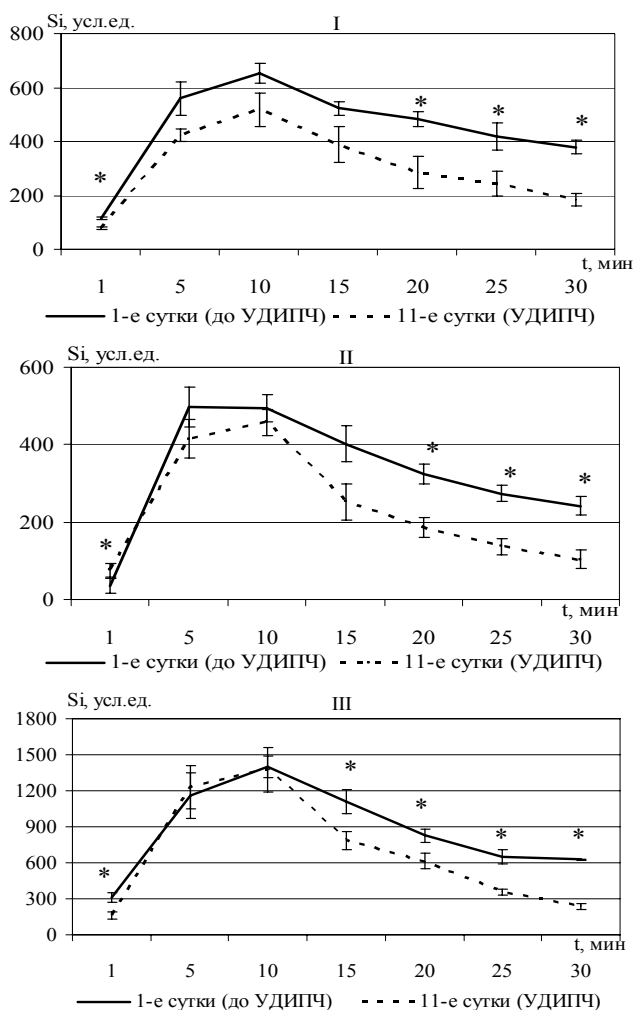


Рис. 1. Изменение показателя S_i (усл.ед.) на протяжении 30-ти минут восстановительного периода после ВЭМ-пробы у испытуемых под воздействием УДИПЧ в разные сроки эксперимента. Примечание: * – достоверность различий ($p < 0,05$) по критерию Вилкоксона, относительно значений полученных при ВЭМ-тестировании в 1-й (фоновый) день исследования в группах испытуемых: I – со средними значениями S_i , II – с низкими значениями S_i , III – с высокими значениями S_i .

Следует отметить, что наибольшие изменения показателя ТР под воздействием курса УДИПЧ были зарегистрированы в группе симпатотоников, однако в группе нормотоников различия в эффективности восстановительных процессов до и после

УДИПЧ регистрировали уже на более ранних сроках (10-15-я минута восстановительного периода; рис. 2). Таким образом, полученные данные могут свидетельствовать о индивидуально-типологических отличиях в изменении скорости восстановительных процессов организма испытуемых под воздействием УДИПЧ.

Известно, что показатель TP отражает суммарную активность вегетативных воздействий на СР. Вагусная активация обычно сопровождается увеличением TP [17], в то время как при повышении активности симпатического отдела ВНС значения этого показателя снижаются.

Следовательно, полученные нами данные об увеличении общей мощности спектра СР в восстановительном периоде после ВЭМ у испытуемых всех трех групп под воздействием УД на частоте низкочастотной составляющей спектра СР может свидетельствовать об увеличении вагусных воздействий и оптимизации барорефлекторной регуляции, а, следовательно, и большей активации вегетативного контура регуляции КРС по сравнению с данными, полученными в фоновый день исследования до УДИПЧ.

Полученные данные подтверждаются и анализом показателей ФНД, наиболее информативным из которых является показатель общего функционального состояния (Health), отражающий общее состояние организма.

Следует отметить, что достоверные отличия в динамике данного показателя под воздействием УДИПЧ у всех испытуемых были зарегистрированы уже с 15-ой по 20-ую минуту исследования, а максимальных значений этот показатель достигал к 25-ой – 30-ой минуте исследования. Так, у испытуемых I-ой группы (нормотоников) на 11-е сутки исследования к 30-ой минуте восстановительного периода значения показателя Health были на 65,6 % ($p < 0,05$) выше, чем в 1-е сутки исследования до УДИПЧ. У испытуемых-ваготоников (II-ая группа) эти различия составили 97,3 % ($p < 0,05$), а у испытуемых III-ей группы (симпатотоников) значения показателя Health были на 251,4 % ($p < 0,05$) выше, чем на 30-ую минуту восстановительного периода в 1-й день исследования (рис. 3).

Так, наиболее эффективные изменения показателя Health были так же зарегистрированы в группе симпатотоников, что может свидетельствовать о большей чувствительности испытуемых данной группы к УДИПЧ.

Как свидетельствуют литературные данные [14], Health является результатом усреднения интегральных показателей, характеризующих активность всех уровней регуляции СР.

Таким образом, увеличение скорости прироста под влиянием УДИПЧ значений показателя Health после нагрузочного тестирования свидетельствует о том, что УД с частотой колебаний низкочастотной компоненты спектра СР обеспечивает оптимизацию управляющих функций СР на разных уровнях регуляции, способствуя увеличению скорости восстановления физиологических функций организма испытуемых после физической нагрузки.

Таким образом, под влиянием курса УДИПЧ в восстановительном периоде после ВЭМ тестирования произошло более эффективное снижение показателя Si и повышение TP и Health, что свидетельствует об оптимизации функционального

состояния и увеличении толерантности к физической нагрузке организма испытуемых выделенных групп.

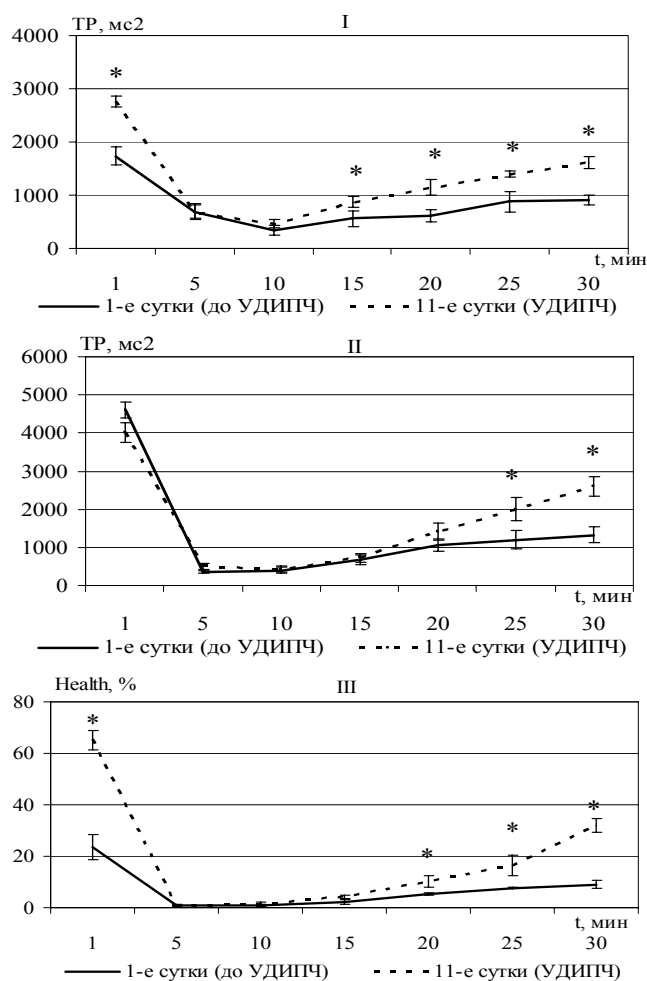


Рис. 2. Изменение показателя общей мощности спектра СР (TP, мс2) на протяжении 30-ти минут восстановительного периода после ВЭМ-пробы у испытуемых под воздействием УДИПЧ в разные сроки эксперимента. Примечание: обозначения те же, что и на Рис.1.

Вместе с тем, выявлены индивидуальные различия в реакции на УДИПЧ у испытуемых с разным тоном ВНС. Так, в большей степени восстановление изученных показателей ВСР происходило у испытуемых с высокими значениями S_i ($S_i \geq 200$ усл.ед.), характеризующихся симпатическим типом вегетативной регуляции и низкими показателями функционального состояния [7, 8]. Такие изменения у испытуемых под влиянием УДИПЧ, по-видимому, объясняются законом

«начальных значений» Вильдера-Лейтеса, основной смысл которого состоит в «стягивании исходно различных значений показателя к единому уровню. Этап реакции, состоящий в уменьшении дисперсии признака, формируется чаще в зоне средних значений физиологической нормы» [18].

Следует отметить, что в наших предыдущих исследованиях [4] у испытуемых-ваготоников, характеризующихся исходно высокими показателями ФС и оптимальным балансом регуляторных механизмов в разные сутки исследования под воздействием УДИПЧ не было выявлено достоверных изменений показателей ВСП. Однако проведение нагрузочного тестирования позволило зарегистрировать значительные изменения функционального состояния, выраженные в увеличении скорости восстановительных процессов, что, по-видимому, может быть связано с повышением анаэробного порога и снижением уровня стресса организма в ответ на физическую нагрузку испытуемых под влиянием УДИПЧ. Это позволяет существенно дополнить полученные ранее данные и свидетельствует о возможности оптимизации функционального состояния испытуемых-ваготоников с помощью УД, частота которого соответствует частоте локализации максимального пика спектральной мощности в низкочастотном диапазоне спектра СР.

Известно, что адаптация к физической нагрузке представляют собой общебиологическое явление, затрагивающее различные уровни функциональной интеграции и вызывающее изменение регуляторных механизмов. Перспектива развития процесса зависит как от исходного функционального состояния, так и от компенсаторных возможностей организма испытуемых.

Для наиболее быстрого и полного восстановления физиологических функций характерна ускоренная перестройка механизмов регуляции. Ускорение этого перехода обусловлено снижением тонуса симпатического и повышением тонуса парасимпатического отдела ВНС, что и зарегистрировано в нашем исследовании у испытуемых с разным тонусом ВНС под воздействием курса УДИПЧ.

Полученные данные, по-видимому, можно объяснить следующим. Известно [19], что процесс дыхания контролируется целым набором физиологических механизмов, которые через систему хемо- и барорецепторов, центральную и периферическую нервную систему реализуют процесс взаимодействия легочного и сердечно-сосудистого коллекторов, включая в этот контур, практически все органы и ткани организма. Контролируя различные фазы дыхательного акта, можно существенным образом оптимизировать внутриклеточный метаболизм конкретных органов и, таким образом, не только улучшать состояние организма и повышать функциональные параметры органов и систем, но и активировать защитные свойства клеток, обеспечивая немедикаментозное восстановление органов и тканей, вовлеченных в восстановительный процесс после субмаксимального нагрузочного тестирования. По силе и направленности эффекта УДИПЧ можно сравнить лишь с фармакологическим воздействием. Вместе с тем, простота процедуры, широкий диапазон регламентации и контроля, отсутствие побочных эффектов и противопоказаний отдают приоритет применению УДИПЧ для оптимизации функционального состояния, повышения толерантности к нагрузке и эффективности восстановительных процессов организма испытуемых при интенсивных физических нагрузках.

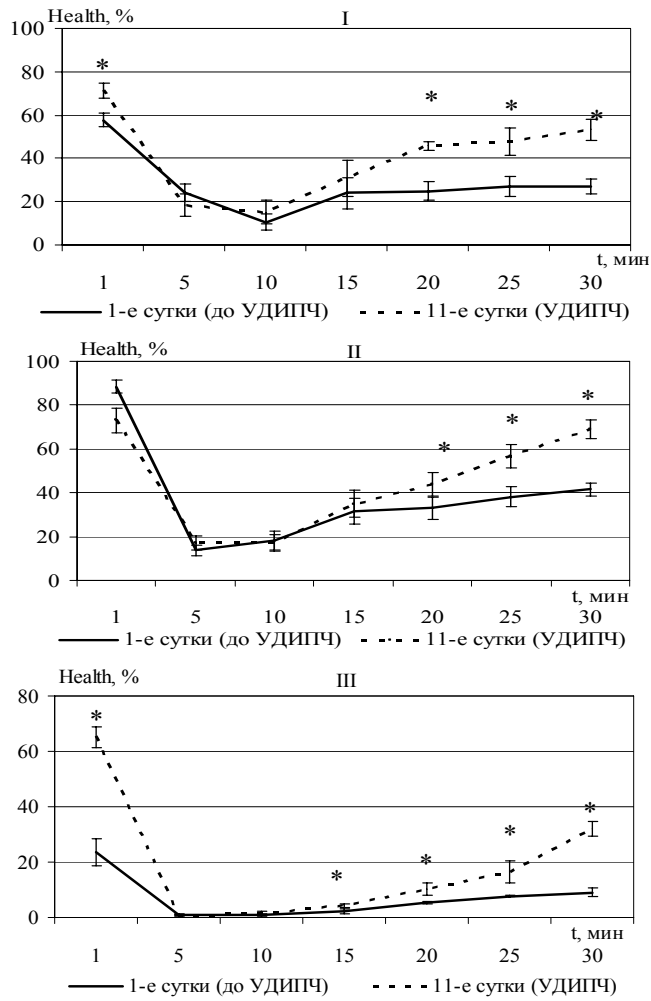


Рис. 3. Изменение показателя Health (%) на протяжении 30-ти минут восстановительного периода после ВЭМ-пробы у испытуемых под воздействием УДИПЧ в разные сроки эксперимента. Примечание: обозначения те же, что и на Рис.1.

Таким образом, согласно приведенным результатам исследования, десятидневное воздействие УДИПЧ у испытуемых в ответ на субмаксимальную физическую нагрузку приводит к увеличению адаптивных возможностей организма, оптимизации регуляторных механизмов, снижению энергетических затрат и повышению скорости восстановительных процессов.

ВЫВОДЫ

1. Десятидневное УДИПЧ у испытуемых в ответ на субмаксимальную физическую нагрузку приводит к увеличению адаптивных возможностей организма,

- оптимизации регуляторных механизмов, снижению энергетических затрат и повышению скорости восстановительных процессов.
2. Курсовое УДИПЧ приводит к снижению стресс-индекса и увеличивает эффективность восстановительных процессов у испытуемых после проведения велоэргометрической пробы.
 3. Увеличение общей мощности спектра сердечного ритма в восстановительном периоде после велоэргометрической пробы свидетельствует о увеличении вагусных воздействий и активации вегетативного контура регуляции у испытуемых с разным тонусом вегетативной нервной системы под воздействием УДИПЧ.
 4. Управляемое дыхание с частотой колебаний низкочастотной компоненты спектра сердечного ритма приводит после физической нагрузки к изменению variability сердечного ритма, способствуя увеличению скорости восстановительных процессов и оптимизации общего функционального состояния организма испытуемых с разным тонусом вегетативной нервной системы.

Список литературы

1. Карпов Р.С. Атеросклероз: патогенез, клиника, функциональная диагностика, лечение // Р.С. Карпов, В.А. Дудко. – Томск, 1998. – 656 с.
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / Анохин П.К. – М., 1975. – 447 с.
3. Рябыкина Г.В. Анализ variability ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев // Кардиология. – 1996. – № 10. – С. 87–97.
4. Бирюкова Е.А. Синхронизация колебательных процессов в кардио-респираторной системе испытуемых с разным типом вегетативной регуляции / Е.А. Бирюкова, Е.Н. Чуян, О.Д. Богданова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61), № 4 – С. 18–29.
5. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
6. Михайлов В.М. Variability сердечного ритма: Опыт практического применения / Михайлов В.М. – Иваново: Нейрософт, 2000. – 200 с.
7. Индивидуальный профиль функционального состояния организма студентов с различным типом вегетативной регуляции / Е.Н. Чуян, Е.А. Бирюкова, М.Ю. Раваева [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Том 22 (61), №2. – С.152–165
8. Особенности системы вегетативного управления сердцем у испытуемых с различным типом вегетативной регуляции / Е.Н. Чуян, Е.А. Бирюкова, М.Ю. Раваева [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Том 22 (61), №1. – С.113–133.
9. Fundamentals of exercise testing / [K. Andersen, R. Shephard, H. Denolin et al.] – Geneva, 1979. – 320 p.
10. Аронов Д.М. Функциональные пробы с физической нагрузкой / Д.М. Аронов // Болезни сердца и сосудов: руководство для врачей. Т.1 / Под ред. Е.И. Чазова. – М., 1992. – С. 292-311.
11. Проведение пробы с физической нагрузкой с использованием пакета программ «КардиоКит»: метод. рекомендации. – СПб: Биосигнал, 2003. – 24 с.
12. Heart rate dynamics during human sleep / C. Cajochen, J. Pischke, D. Aeschbach [et al]. // *Physiol. Behav.* 1994. – Vol. 55, № 4.– P. 769.
13. Деклараційний патент України №38559, МПК 51 А 61N2/00/ на корисну модель „Спосіб корекції функціонального стану організму людини?/ Чуян О.М., Бірюкова О.А., Раваева М.Ю./ Опубл. 12.01.2009 Бюл. №1.

14. Система комплексного компьютерного исследования функционального состояния организма человека «Омега-М»: док. пользователя. – СПб., 2007. – 66 с.
15. Изменение показателей variability ритма сердца и фрактальной нейродинамики в условиях управляемого дыхания на частоте колебаний спектра сердечного ритма / Е.Н. Чуян, Е.А. Бірюкова, М.Ю. Раваева [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер «Биология, химия». – 2009. Т. 22 (61), №3. – 181–198.
16. Регуляция variability сердечного ритма человека с помощью крайне слабых переменных магнитных полей / В.В. Леднев, Н.А. Белова, А.М. Ермаков [и др.] // Биофизика. – 2008. – Т.53, вып. 6, – С. 1129–1137.
17. Heart rate variability: Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. – V.93. – P.1043–1065.
18. Плеханов Г.Ф. Зависимость реакции биосистемы на раздражитель от ее исходного значения / Г.Ф. Плеханов, Н.В. Васильев, Т.И. Козлова // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1989. – № 2. – С. 83–86.
19. Variability сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение: материалы докладов междунар. симпозиума. – Ижевск, 1996. – 225с.

Бірюкова О.О. Зміна показників variability серцевого ритму у випробовуваних під час відновного періоду після велоергометричної проби під впливом керованого дихання з індивідуально підбраною частотою / О.О. Бірюкова, О.М. Чуян, О.Д. Богданова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62). – № 1. – С. 14-24.

Вивчені зміни показників variability серцевого ритму протягом 30-хвилин відновного періоду після субмаксимального фізичного навантаження у випробовуваних з різним типом вегетативної регуляції під впливом керованого дихання (КД), частота якого відповідає частоті локалізації максимального піку потужності в низькочастотному діапазоні спектру серцевого ритму.

Показано, що десятиденне УД з індивідуально підбраною частотою приводить до збільшення адаптивних можливостей організму, оптимізації регуляторних механізмів, зниження енергетичних витрат і підвищення швидкості відновних процесів у випробовуваних у відповідь на субмаксимальне фізичне навантаження.

Ключові слова: кероване дихання, variability серцевого ритму, відновний період, велоергометрична проба.

Birukova E.A. The change of heart rate variability indicators at examinees in regenerative period after bicycle ergometric test under the controlled breathing influence with individually picked up frequency / E.A. Birukova, E.N. Chujan, O.D. Bogdanova // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – V.23 (62). – № 1. – P. 14-24.

Changes of heart rate variability indicators within 30-minutes regenerative period after the submaximum physical activity at examinees with different types of vegetative regulation under the controlled breathing (CB) influence which frequency corresponds to frequency of localisation of the maximum peak of capacity in a low-frequency range of a spectrum of a warm rhythm were studied.

It is shown that ten-day CB with individually picked up frequency leads to increase in adaptive capability of an organism, optimization of regulating mechanisms, decreasing in power expenses and increasing of regenerative speed processes at examinees in answer to the submaximum physical activity.

Keywords: controlled breathing, heart rate variability, the regenerative period, bicycle ergometric test.

Поступила в редакцію 25.04.2010 г.