

**АКАДЕМИЯ НАУК МОЛДОВЫ  
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И САНОКРЕАТОЛОГИИ**

На правах рукописи  
УДК: 612.223:574.24 (043.3)

**КАРАТЕРЗИ ГАЛИНА**

**ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА  
КАРДИОРЕСПИРАТОРНУЮ СИСТЕМУ И  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ  
В САНОКРЕАТОЛОГИИ**

**161.04 – САНОКРЕАТОЛОГИЯ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

**КИШИНЭУ, 2015**

Работа выполнена в лаборатории Физиологии стресса, адаптации и общей санокреатологии при Институте физиологии и санокреатологии Академии Наук Молдовы.

**Научный руководитель:**

**ФУРДУЙ Федор**, доктор хабилитат биологических наук, профессор, академик АНМ, заслуженный деятель науки.

**Официальные оппоненты:**

**ВОВК Виктор**, доктор хабилитат медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки, Государственный Университет Медицины и Фармации им. Николае Тестемицану;

**КРИВОЙ Аурелия**, доктор хабилитат биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки, Молдавский Государственный Университет.

**Состав Специализированного совета:**

**ЛАКУСТА Виктор**, доктор хабилитат медицинских наук, профессор, академик АНМ, заслуженный деятель науки (председатель совета);

**ШИНКАРЕНКО Ирина**, доктор биологических наук (ученый секретарь совета);

**ЧОКИНЭ Валентина**, доктор биологических наук, доцент;

**МОРАРУ Агафья**, доктор хабилитат медицинских наук, доцент;

**ЛУТАН Василий**, доктор хабилитат биологических наук, профессор;

**ЯВОРСКИЙ Константин**, доктор хабилитат медицинских наук, профессор.

Защита состоится «10» июля 2015 г. в 14:00 на заседании Специализированного ученого совета D 07.161.04–01 при Институте физиологии и санокреатологии Академии Наук Молдовы, ул. Академией, 1, этаж 3, зал для конференций №352, Кишинэу, Республика Молдова.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в центральной библиотеке Академии Наук Молдовы им. Андрея Лупан (г. Кишинэу, ул. Академией, 5А) и на веб-сайте CNAА ([www.cnaa.md](http://www.cnaa.md)).

Автореферат разослан «\_\_\_» июня 2015 года.

**Ученый секретарь специализированного ученого совета**

**ШИНКАРЕНКО Ирина**,  
доктор биологических наук

**Научный руководитель:**

**ФУРДУЙ Федор**,

доктор хабилитат биологических наук, профессор,  
академик АНМ, заслуженный деятель науки

**Автор:**

**КАРАТЕРЗИ Галина**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Одной из задач санокреатологии является адаптирование существующих и разработка новых методов целенаправленного формирования и поддержания здоровья отдельных органов и организма в целом [24, 25, 28]. Необходимость адаптирования существующих методов обусловлена тем, что они создавались, главным образом, в профилактических и лечебных целях, и лишь немногие – для повышения функциональных возможностей организма, будучи при этом рассчитаны на среднестатистического, существующего лишь условно, субъекта. Вместе с тем, известно, что у подавляющего большинства выдающихся спортсменов, показавших блестящие, исключительно высокие результаты, уровень здоровья после завершения карьеры не всегда укладывается в ранее характерные для них среднестатистические лимиты, что предполагает новый подход к дальнейшему поддержанию здоровья.

Одним из методов, используемых для повышения функциональных резервов организма, еще с давних времён является гипоксия. На базе многочисленных исследований был разработан барокамерный метод гипоксической тренировки, который стали использовать как для повышения функциональных возможностей здорового организма, так и для лечения и профилактики различных заболеваний. Барокамерная тренировка предполагает пребывание в замкнутом пространстве и не исключает побочного действия на организм разреженной атмосферы, а также перепадов барометрического давления. Таких негативных эффектов лишен метод нормобарической гипоксии, при котором тренировка проводится при нормальном атмосферном давлении [8]. Сегодня в лечебных и спортивных учреждениях используют различные гипоксические режимы. При этом не учитываются индивидуальные закономерности, свойственные физиологическим процессам, протекающим при дыхании газовыми гипоксическими смесями. Как показано исследованиями Фурдуй Ф.И. и др. [26, 27], одно и то же воздействие (например, физическая нагрузка), в зависимости от исходного функционального состояния организма, продолжительности и интенсивности воздействия, может оказать различный эффект на функции организма: координирующий, сохраняющий существующий уровень функционирования различных систем, повышающий функциональные возможности, или нарушающий гомеостаз организма. К тому же, практика использования нормобарической гипоксии показала, что у части людей выявляется индивидуальная непереносимость к недостатку кислорода, что свидетельствует о том, что в санокреатологии данный метод не может применяться ко всем без исключения лицам. Вышеизложенное, как и предполагаемая перспективность использования для целенаправленного формирования и поддержания здоровья нормобарической гипоксии в санокреатологии, одной из основополагающих аксиом которой является уникальность психофизиологического статуса каждого человека, детерминировали необходимость исследования влияния нормобарической гипоксии на организм человека с учетом индивидуального функционального состояния отдельных физиологических систем и организма в целом.

**Описание ситуации в области исследования и идентификация проблемы исследования.** Разработанная гипобарическая барокамерная методика с успехом внедрилась в практику авиационной медицины для предварительной подготовки летчиков, а работами Меерсона Ф.З. и соавт. [14,15] были установлены преимущества прерывистой гипоксии перед адаптацией к постоянной высокогорной гипоксии. Однако барокамерная тренировка не исключает побочного действия на организм человека разреженной атмосферы, которая при одинаковой величине парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе существенно (в 4-5 раз) снижает переносимость кислородной недостаточности человеком [19]. Комплексными исследованиями Караша Ю.М. с соавт. [8] была разработана концепция о целесообразности и возможности

широкой замены гипоксического компонента горноклиматической терапии и барокамерных тренировок на дозированную гипоксию, создаваемую при дыхании газовыми смесями с пониженным содержанием кислорода. На этой основе был создан метод – нормобарическая гипоксия (дыхание гипоксическими газовыми смесями в условиях нормального атмосферного давления в течение 20-60 мин ежедневно или через день). Нормобарическая гипоксия стала широко использоваться для подготовки профессиональных спортсменов [3, 10, 22, 30, 32] и в практике лечения многих заболеваний [1, 4, 10, 16, 20, 21, 33]. Между тем, до сих пор не существует однозначного мнения относительно оптимального выбора гипоксических режимов. Различная эффективность применяемых гипоксических режимов детерминировала проблему изучения влияния нормобарической гипоксии на физиологическое состояние организма с целью выяснения возможности её использования в санокреатологии, исследовав специфику реакции дыхательной и сердечнососудистой систем, играющих важнейшую роль в формировании быстрых и медленных адаптивных перестроек при гипоксии.

**Цель исследования.** Изучить влияние нормобарической гипоксии на функции дыхательной и сердечнососудистой систем и возможность её использования в санокреатологии.

**Задачи исследования.**

1. Изучить вектор изменения функции сердечнососудистой системы в условиях нормобарической гипоксической стимуляции;
2. Исследовать динамику модификации функционального состояния дыхательной системы под влиянием нормобарической гипоксии;
3. Установить особенности изменения функционирования микроциркуляторного русла под влиянием нормобарического гипоксического тренинга;
4. Определить возможность и условия применения нормобарической гипоксии в санокреатологии для целенаправленного повышения и поддержания здоровья кардиореспираторной системы.

**Методология научных исследований базируется:**

- на концепции повышения функциональных резервов организма с помощью дыхания газовыми смесями с пониженным содержанием кислорода [8];
- на концепции ступенчатой адаптации к гипоксии [23];
- на принципах и концепции санокреатологии [25].

**Научная новизна полученных данных.** В результате исследования специфики влияния нормобарической гипоксии на физическую работоспособность, аэробную производительность, показатели кровообращения, показатели электрической стабильности сердца, синхронность модификации респираторной и сердечнососудистой систем, модуляцию кровотока в системе микроциркуляции, были установлены, наряду с групповыми, и индивидуальные закономерности изменения функциональных возможностей кардиореспираторной системы и микроциркуляторного русла в различные временные периоды гипоксического тренинга. На основе сравнительного анализа характера изменений показателей функции кардиореспираторной системы при нормобарической гипоксической тренировке впервые было выделено 3 группы испытуемых, каждая из которых характеризуется спецификой модификации этих показателей. Установлены физиологические показатели сердечнососудистой, дыхательной и микроциркуляторной систем, позволяющие использовать метод нормобарической гипоксии в санокреатологии. Новыми являются также данные о том, что 10-дневная нормобарическая гипоксическая стимуляция повышает физическую работоспособность лишь у тех испытуемых, у которых функции сердечнососудистой и дыхательной систем синхронизированы; в процессе нормобарической гипоксической тренировки усиливается кровоток и снижается вариабельность показателей микроциркуляции; физиологические показатели длительности и

дисперсии интервала QT, амплитуды колебаний кровотока и синхронности изменений функции респираторной и сердечнососудистой систем можно использовать в качестве маркеров саногенности режима. Оригинальными являются и научные сведения о том, что нормобарическая гипоксическая тренировка может быть использована в санокреатологических целях лишь у тех индивидуумов, у которых функции сердечнососудистой и дыхательной систем во время физической нагрузки изменяются синхронно.

**Решенная важная научная проблема** состоит в выяснении, с позиции санокреатологии, последствий влияния нормобарической гипоксии на кардиореспираторную систему на основании исследований динамики физической работоспособности, аэробной производительности, показателей кровообращения, показателей электрической стабильности сердца, синхронности модификации респираторной и сердечнососудистой систем и модуляции кровотока, позволивших выявить основные закономерности индивидуальных и групповых адаптивных перестроек кардиореспираторной системы и микроциркуляторного русла в различные временные периоды гипоксической тренировки, на базе чего была научно обоснована возможность применения метода нормобарической гипоксии в санокреатологии.

**Теоретическая значимость работы** состоит в установлении закономерностей изменения функции кардиореспираторной системы и особенностей модификации микроциркуляторного русла в динамике гипоксического тренинга, а также в обосновании новой концепции, согласно которой саногенное действие нормобарической гипоксической тренировки на сердечнососудистую и дыхательную системы может быть обеспечено лишь в случаях, если в покое их функция находится в пределах нормы, а при физической нагрузке синхронно повышается, что расширяет наши знания о физиологических закономерностях реакций различных систем организма при адаптации к гипоксии. Эти закономерности будут служить основой для разработки новых и усовершенствования существующих методов гипоксической тренировки в решении практических задач санокреатологии.

**Практическая значимость работы** состоит в доказательстве неприемлемости использования в санокреатологии метода нормобарической гипоксии без учета индивидуальных особенностей кислородтранспортных систем; в обосновании возможности диагностики как эффекта повышения функциональных способностей, так и его отсутствия; в установлении правомочности использования некоторых физиологических параметров (длительность и дисперсия интервала QT, синхронность изменений функции респираторной и сердечнососудистой систем, изменения амплитуды колебаний кровотока) в качестве маркеров саногенности режима нормобарической гипоксической тренировки. Полученные данные будут использованы для разработки принципов и приемов нормобарического гипоксического тренинга, в соответствии с требованиями санокреатологии, для целенаправленного формирования и поддержания саногенного уровня кардиореспираторной системы.

**Основные научные результаты, выдвигаемые на защиту.**

1. Закономерности изменения функции респираторной системы в процессе нормобарической гипоксической тренировки.
2. Динамика вектора модификации функции сердечнососудистой системы на протяжении гипоксического тренинга.
3. Основные особенности изменения микроциркуляции крови при гипоксической стимуляции.
4. Показания к применению метода нормобарической гипоксии в санокреатологии.

**Внедрение полученных данных.** Полученные данные внедрены в учебный процесс Молдавского Государственного Университета и Университета Академии Наук Молдовы.

**Апробация результатов.** Материалы работы доложены и обсуждены на: заседании лаборатории Физиологии стресса, адаптации и общей санокреатологии (28.02.2014), профильном научном семинаре при Институте физиологии и санокреатологии АН Молдовы (23.12.2014), заседании Ученого совета Института физиологии и санокреатологии АН Молдовы (30.03.2015), II Съезде физиологов стран СНГ (Кишинэу, 2008), международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Е.В. Сапожниковой «Биология: теория, практика, эксперимент» (Саранск, 2008), XXI съезде Физиологического общества им. И.П. Павлова (Калуга, 2010), III съезде Физиологов СНГ (Ялта, 2011), V интернациональной конференции-симпозиуме «Экологическая химия» (Кишинев, 2012), X международном междисциплинарном конгрессе «Neuroscience for Medicine and Psychology» (Судак, 2014).

**Публикации по теме диссертации.** По теме диссертации опубликовано 15 научных работ: 9 статей в изданиях, рекомендованных Национальным Советом по Аккредитации и Аттестации Республики Молдова, из них 3 статьи без соавторов и 6 тезисов (4 в международных изданиях).

**Объем и структура работы.** Работа изложена на 135 страницах машинописного текста и состоит из аннотаций на румынском, русском и английском языках, списка условных сокращений, введения, 5 глав (обзор литературы, материалы и методы исследования, 3 главы собственных экспериментальных данных), общих выводов и рекомендаций, списка цитированной литературы (258 литературных источников) и приложений. Работа содержит 23 рисунка и 21 таблицу.

**Ключевые слова:** санокреатология, нормобарическая гипоксическая тренировка, функциональные возможности, сердечнососудистая система, респираторная система, микроциркуляция.

## **СТРУКТУРА РАБОТЫ**

### **1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Глава содержит обзор литературы, в котором отражен глубокий анализ научных сведений и синтез аккумулированных знаний в исследуемой области. Особое внимание было уделено вопросам, касающимся механизмов повышения функциональных возможностей организма человека под воздействием нормобарической гипоксии. Проанализированы укрепляющий, профилактический и оздоравливающий эффекты метода, его применение в спорте и различных областях медицины.

### **2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследования были проведены в лаборатории Физиология стресса, адаптации и общей санокреатологии при Институте физиологии и санокреатологии АНМ. В исследовании приняли участие 15 практически здоровых (согласно заключению семейного врача) мужчин в возрасте от 20 до 35 лет. Исследование проводилось ежедневно в 3 этапа. На первом этапе при помощи пульсометрии, тонометрии и определения частоты дыхания регистрировались инициальные показатели функции кардиореспираторной системы, а методом лазерной доплеровской флоуметрии проводилась оценка показателей капиллярного кровотока. На втором этапе проводились сеансы гипоксической тренировки. В работе использовался метод нормобарической гипоксии, применяемый в клинической практике [6, 8]. Испытуемые помещались в биолого-технические боксы установки нормобарической газовой саногенной гипоксии, разработанной сотрудниками Института физиологии и санокреатологии АНМ [17]. Гипоксическое воздействие в каждом сеансе было непрерывным, продолжительностью 30 минут и осуществлялось ежедневно в течение 10 дней. Боксы подключались к системе автоматической подачи газовой смеси, содержание кислорода в которой составляла: в

первый день – 19%; второй, третий – 17%; четвертый, пятый – 15%; с шестого по десятый день – 12%. На третьем этапе, после гипоксических сеансов, вновь регистрировали показатели микроциркуляции и кардиореспираторной системы. Кроме того, чтобы оценить эффективность гипоксического тренинга и проследить динамику адаптивных изменений в кардиореспираторной системе, происходящих под воздействием повторяющегося гипоксического стимула, применялись нагрузочные пробы, которые проводились при помощи стресс-системы Cardiovit AT-104 Ergo-Spiro (Shiller) перед началом исследования и после него, а также после 1-го, 5-го и 10-го сеансов. Перед началом нагрузочного тестирования и на его протяжении проводилась регистрация электрокардиограмм и показателей кардиоваскулярной системы, а также осуществлялся автоматический газоанализ выдыхаемого воздуха с регистрацией параметров вентиляции легких. Во время физической работы по индексу Хильденбранта определялось вегетативное обеспечение деятельности. При статистической обработке данных применялся t-критерий Стьюдента.

### 3. ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНОСОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

#### 3.1. Особенности влияния нормобарической гипоксии на физическую работоспособность, аэробную производительность и показатели кровообращения у отдельных испытуемых

Согласно данным литературы, процесс адаптации, несмотря на то, что он протекает, главным образом, по общим законам, всегда индивидуален [2, 11, 12]. Это обусловило необходимость использования в нашем исследовании принципа индивидуального подхода, являющегося, к тому же, одним из основополагающих принципов санокреатологии. Результаты исследования показали, что особенности адаптационной реакции к примененному гипоксическому воздействию в значительной мере варьируют и включают в себя как индивидуальные, так и общие закономерности. Так, в результате 10-дневной нормобарической гипоксической тренировки (НГТ), к примеру, у испытуемого №7, при снизившейся пульсовой стоимости работы (рисунок 3.1), физическая работоспособность (PWC170), максимальное потребление кислорода (МПК) и длительность периода работы (t) повышались от сеанса к сеансу (рисунок 3.2).

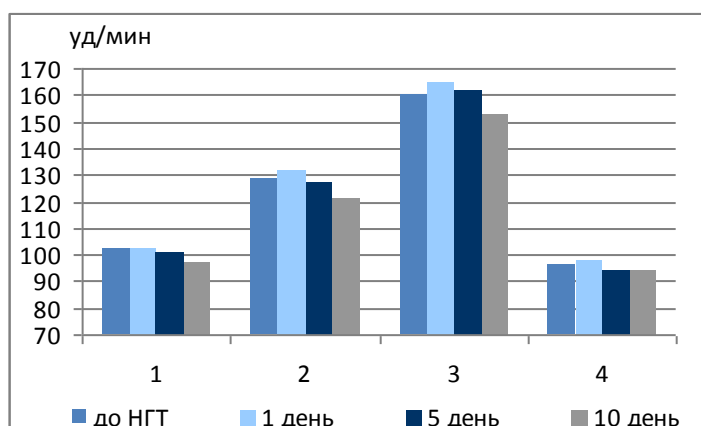


Рис. 3.1. Динамика ЧСС у испытуемого №7 при нагрузочном тестировании в процессе НГТ. 1 - при мощности нагрузки 100 Вт; 2 – при мощности нагрузки 200 Вт; 3 – при мощности нагрузки 250 Вт; 4 - на 5-ой минуте восстановления

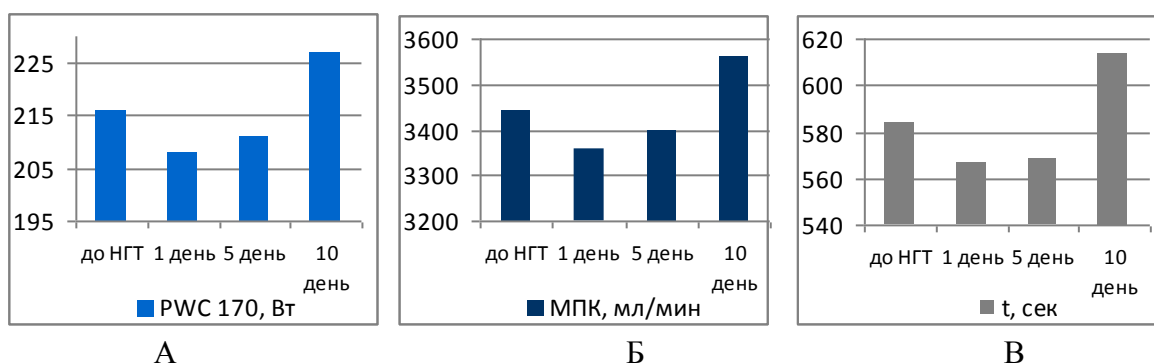


Рис. 3.2. Изменения физической работоспособности (А), аэробной производительности (Б) и длительности работы (В) у испытуемого №7 по результатам велоэргометрии в процессе НГТ

Подобные изменения были отмечены также у испытуемых №1 и №9. В то же время, у испытуемых №12 и №13 тенденция к подобным изменениям наблюдалась лишь к концу НГТ, а у испытуемого №14 – и вовсе отмечалось снижение показателей физической работоспособности и повышение пульсовой стоимости работы. Аналогичный анализ этих же показателей у остальных участников исследования также выявил неоднородность физиологического ответа на гипоксический стимул, что послужило основанием выделить по эффекту влияния нормобарической гипоксической тренировки на отдельные показатели сердечнососудистой системы 3 группы: первую, для которой характерно повышение функциональных возможностей сердечнососудистой системы; вторую группу, у которой отмечается лишь тенденция к их повышению; третью – с отсутствием положительного эффекта.

### 3.2. Изменение физической работоспособности, аэробной производительности и показателей кровообращения под влиянием нормобарической гипоксии, характерное для различных групп испытуемых

Анализ велоэргометрических показателей выявил, что в процессе адаптации к гипоксии выделенные группы испытуемых различаются характером изменения физической работоспособности, аэробной производительности и показателей кровообращения.

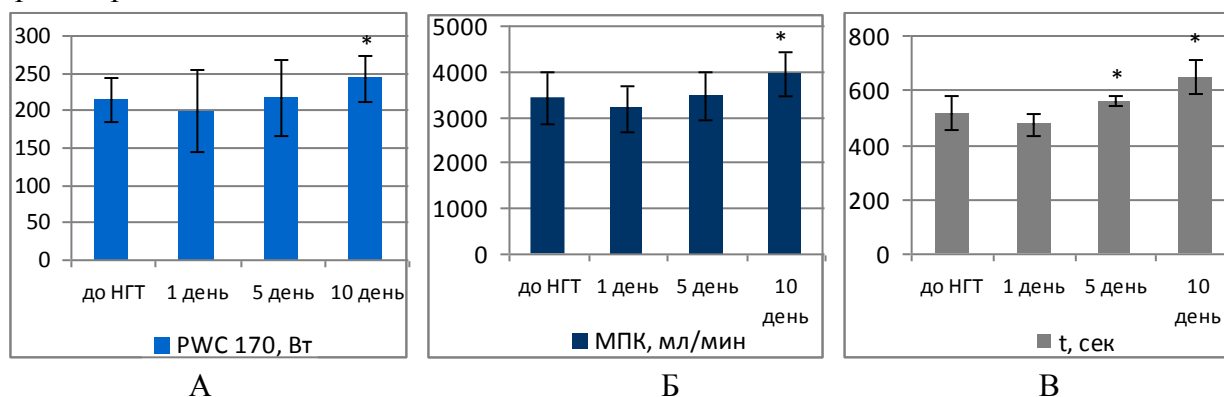


Рис. 3.3. Изменения физической работоспособности (А), аэробной производительности (Б) и длительности работы (В) у испытуемых первой группы по результатам велоэргометрии в процессе НГТ

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до гипоксии ( $p < 0,05$ ).

По оценке показателей велоэргометрии, у испытуемых первой группы НГТ способствовала росту физической работоспособности (рисунок 3.3. А), аэробной производительности (рисунок 3.3. Б), и при этом – снижению ЧСС покоя и тенденции меньшей пульсовой стоимости работы (таблица 3.1), т.е. наступила оптимизация



функционирования сердца в условиях физической нагрузки. Как следствие, у испытуемых возросла способность более длительно поддерживать заданные параметры нагрузки (рисунок 3.3. В). Тенденция уменьшения частоты сердцебиений в нагрузочный период, наряду с достоверным увеличением периода работы, свидетельствует о существенном уменьшении «физиологической цены» физической деятельности.

Таблица 3.1. Динамика ЧСС в процессе НГТ у первой группы ( $M \pm m$ )

ЧСС, уд/мин	до НГТ	1 день	5 день	10 день
в покое	79,00±11,49	75,30±15,2	69,30±8,84*	69,30±7,94*
в конце 1 мин теста	89,90±19,79	88,80±12,66	84,10±12,37	88,10±13,62
на I ступени	121,20±23,62	123,30±25,87	120,30±21,87	114,90±21,73
на II ступени	146,00±23,13	152,00±18,32	143,80±20,49	135,50±15,61
на III ступени	162,33±12,09	161,22±17,13	162,67±12,62	159,22±12,94
на 2 мин восст-я	125,00±14,45	124,50±14,09	126,40±10,95	125,10±12,51
на 5 мин восст-я	113,20±13,67	112,10±12,2	112,90±9,75	109,70±11,05

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до НГТ ( $p < 0,05$ ).

Во второй группе испытуемых адаптация к нормобарической гипоксии не сопровождалась значимыми изменениями (рисунок 3.4). Физическая работоспособность и МПК изменялись под влиянием гипоксического стимула незначительно, однако тенденция увеличения этих показателей относительно 5-го сеанса, а также достоверное снижение к концу курса ЧСС в восстановительной фазе нагрузочного теста (таблица 3.2) свидетельствуют об инициации в сердечнососудистой системе адаптивной функциональной перестройки. Полученные результаты демонстрируют незначительный благоприятный эффект нормобарической гипоксии на испытуемых второй группы.

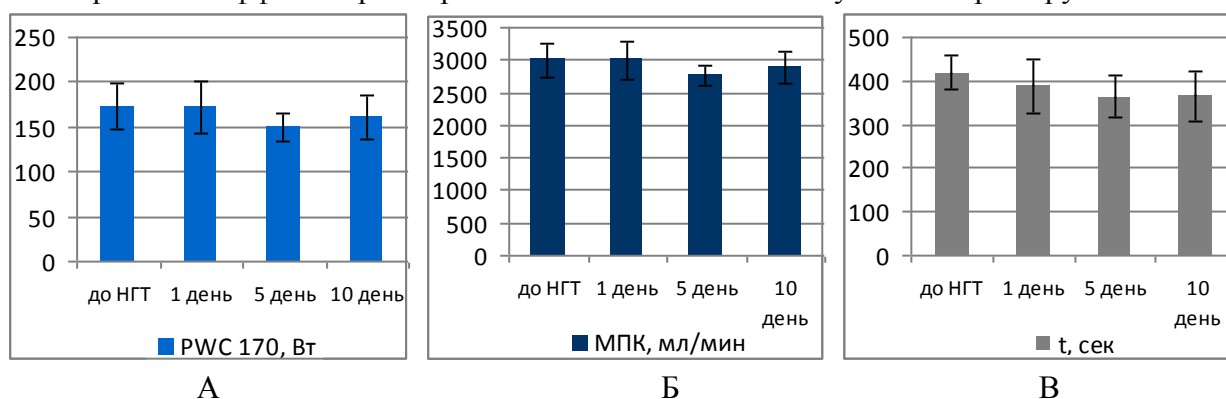


Рис. 3.4. Изменения физической работоспособности (А), аэробной производительности (Б) и длительности работы (В) у испытуемых второй группы по результатам велоэргометрии в процессе НГТ

Таблица 3.2. Динамика ЧСС в процессе НГТ у второй группы ( $M \pm m$ )

ЧСС, уд/мин	до НГТ	1 день	5 день	10 день
в покое	70,33±15,14	76,00±14,93	77,67±12,06	74,33±8,96
в конце 1 мин теста	88,33±7,09	84,33±8,08	83,33±14,01	82,00±3,64
на I ступени	121,67±11,59	126,33±20,55	134,67±18,04	129,00±12,12
на II ступени	160,00±7,00	164,67±11,50	170,33±8,62	169,67±7,23
на 2 мин восст-я	135,00±3,00	129,67±6,66	127,67±11,68	119,00±9,00*
на 5 мин восст-я	116,67±4,04	111,00±7,21	111,66±12,50	108,00±3,42*

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до НГТ ( $p < 0,05$ ).

Существенным отличием третьей группы испытуемых является тенденция увеличения у неё к концу курса НГТ пульсовой стоимости работы (таблица 3.3), снижение физической работоспособности, максимального потребления кислорода, и, соответственно, уменьшение длительности периода работы (рисунок 3.5).

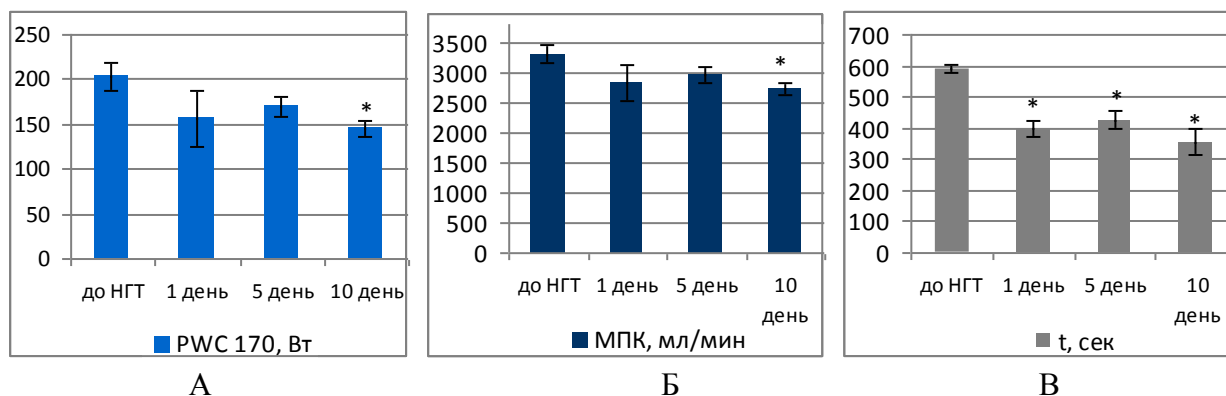


Рис. 3.5. Изменения физической работоспособности (А), аэробной производительности (Б) и длительности работы (В) у испытуемых третьей группы по результатам велоэргометрии в процессе НГТ

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до гипоксии ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3.3. Динамика ЧСС в процессе НГТ у третьей группы ( $M \pm m$ )

ЧСС, уд/мин	до НГТ	1 день	5 день	10 день
в покое	78,00±2,83	86,50±36,06	70,00±5,66	76,50±14,09
в конце 1 мин теста	89,00±5,66	103,00±4,24	97,00±15,56	121,00±4,24*
на I ступени	130,00±7,07	144,50±4,95	141,00±8,49	142,50±9,19
на II ступени	163,00±15,56	169,00±14,14	167,00±1,41	172,50±4,95
на 2 мин восст-я	140,50±7,78	148,50±16,26	146,50±19,09	138,80±12,02
на 5 мин восст-я	124,50±3,54	122,50±0,71	122,50±3,54	123,50±2,12

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до НГТ ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, сравнительный анализ представленных экспериментальных данных показал, что наибольшая эффективность гипоксической тренировки проявилась у испытуемых первой группы (66,7%), менее выраженная – у второй группы (20%), а у третьей группы положительный эффект отсутствовал (13,3%).

### 3.3. Специфика изменений показателей электрической стабильности сердца под влиянием нормобарической гипоксии

Результаты изучения влияния адаптации к нормобарической гипоксии на показатели электрической стабильности сердца представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Влияние адаптации к нормобарической гипоксии на длительность и дисперсию интервала QT

Группа	Показатель	до НГТ	после 1 сеанса	после 5 сеанса	после 10 сеанса
I	QT(мс)	363,20±35,66	361,00±32,35	373,20±30,33	374,40±24,96
	QTc (мс)	406,60±18,75	402,60±19,49	400,00±32,02	403,90±17,94
	QTd (мс)	42,73±9,11	45,09±2,60	37,09±7,65	50,13±6,06*
II	QT(мс)	378,00±50,48	369,33±43	343,33±24,03	348,67±29,69
	QTc (мс)	407,33±60,35	403,00±38,20	391,00±6,56	394,67±14,36
	QTd (мс)	35,33±5,30	45,33±3,13	46,67±4,17*	46,00±3,39*
III	QT(мс)	350,00±14,14	344,0±36,77	368,0±31,11	356,0±22,63
	QTc (мс)	400,50±7,78	406,00±42,43	397,50±17,68	400,5±24,75
	QTd (мс)	51,00±9,9	42,00±8,28	45,00±4,24	50,00±8,49

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до НГТ ( $p < 0,05$ ).

Изменения изучаемых электрокардиографических показателей в течение курса НГТ в большинстве случаев не имели достоверной динамики и были выражены относительно исходных данных незначительно.

Оценка длительности интервала QT после первого сеанса выявила у испытуемых всех групп тенденцию ее укорочения. После пятого и десятого сеансов продолжительность интервала QT у первой и третьей группы испытуемых проявила тенденцию увеличения, а у второй группы испытуемых – тенденцию уменьшения.

Длительность скорректированного интервала QT (QTc) у испытуемых всех групп также изменялась разнонаправлено, но значимых изменений выявлено не было.

Что касается дисперсии интервала QT (QTd), то результаты нашего исследования выявили изменение гетерогенности реполяризации миокарда под влиянием нормобарической гипоксии, не превышающее, однако, нормативных значений (рисунок 3.6). Согласно полученным данным, нормобарическое гипоксическое воздействие сопровождалось у испытуемых первой и второй группы увеличением дисперсии интервала QT относительно инициальных значений, а у третьей группы – тенденцией увеличения относительно предыдущих сеансов. При этом наибольшее значение показателя QTd пришлось на 10-й день (у первой и второй группы различия достоверны), когда концентрация O<sub>2</sub> в ГГС была ниже, чем на 5-ый день.

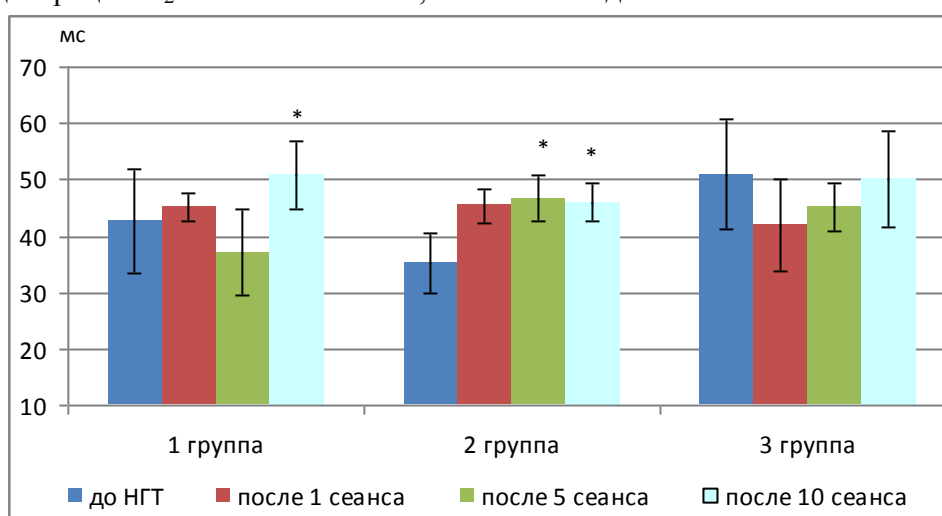


Рис. 3.6. Изменение дисперсии QT в процессе НГТ

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до НГТ ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, было установлено, что примененный режим 10-дневной нормобарической гипоксической тренировки не приводит к значимым изменениям изучаемых параметров ЭКГ, которые могли бы вызвать повышение аритмогенной активности сердца, и может применяться в санокреатологии. Выявленная, однако, у части испытуемых тенденция к росту интервала и дисперсии QT, являющихся предиктором возможного развития нарушений ритма сердца, все же свидетельствует о необходимости их предварительного определения до начала гипоксического тренинга. Вместе с тем, исходя из полученных в нашем исследовании данных, простые и доступные для практической деятельности показатели продолжительности и дисперсии интервала QT могут служить маркерами саногенности гипоксического режима.

### 3.4. Изменение системного артериального давления под воздействием нормобарической гипоксии

У участников исследования в ответ на нормобарическую гипоксию были выявлены относительно однородные изменения артериального давления, которые указывают на участие системы кровообращения в комплексной реакции организма на гипоксическое воздействие. Результаты оценки показателей, регистрация которых производилась непосредственно до и после гипоксических сеансов, представлены в таблице 3.2.

Как следует из таблицы, закономерной реакцией артериального давления в ответ на гипоксический стимул в большинстве случаев было либо его снижение после окончания сеансов, либо отсутствие существенных изменений (таблица 3.2). Исключение составили показатели артериального давления после 10-го сеанса у испытуемых третьей группы, у которой было выявлено достоверное повышение САД. Наблюдаемые иногда в ходе гипоксической тренировки незначительные транзиторные повышения артериального давления связаны с индивидуальными особенностями адаптационных процессов.

Таблица 3.2. Динамика систолического и диастолического артериального давления на протяжении курса НГТ

День	Показатель	I группа		II группа		III группа	
		до сеанса	После	до сеанса	после	до сеанса	После
1	САД	115,60± 9,48	107,00±1 0,85*	120,00± 10,00	110,00± 17,32	130,00± 6,21	117,50± 3,54
	ДАД	68,40± 6,34	69,90± 6,01	83,33± 15,28	76,66± 11,55	75,00± 21,21	70,00± 7,07
5	САД	108,40± 10,09	110,00± 9,13	120,00± 8,66	116,66± 12,82	112,50± 10,61	105,00± 7,07
	ДАД	66,70± 10,48	67,90± 11,72	83,33± 12,58	76,66± 11,55	70,0± 14,14	65,00± 7,07
10	САД	111,10± 5,45	105,70± 7,41*	115,00± 13,23	116,66± 11,55	110,00± 0,00**	117,50± 2,54*
	ДАД	66,80± 7,09	65,20± 8,31	76,66± 5,28	83,33± 10,41	57,50± 10,61	57,50± 10,61

Примечание. \* – достоверность различий по отношению к данным до гипоксического сеанса ( $p < 0,05$ ), \*\* – достоверность различий по отношению к данным первого дня.

Вместе с тем, гипотензивный эффект определялся не только в постгипоксических, но и в нормоксических условиях. Измеренные до начала гипоксических сеансов показатели САД (систолическое артериальное давление) и ДАД (диастолическое артериальное давление), к концу тренинга во всех группах испытуемых проявляли тенденцию снижения, не выходя при этом за пределы физиологической нормы. При этом, чем ближе значение артериального давления к границам нормы, тем выраженнее нормобарическая гипоксическая тренировка приводит к тенденции снижения фонового АД в нормоксических условиях (рисунок 3.7).

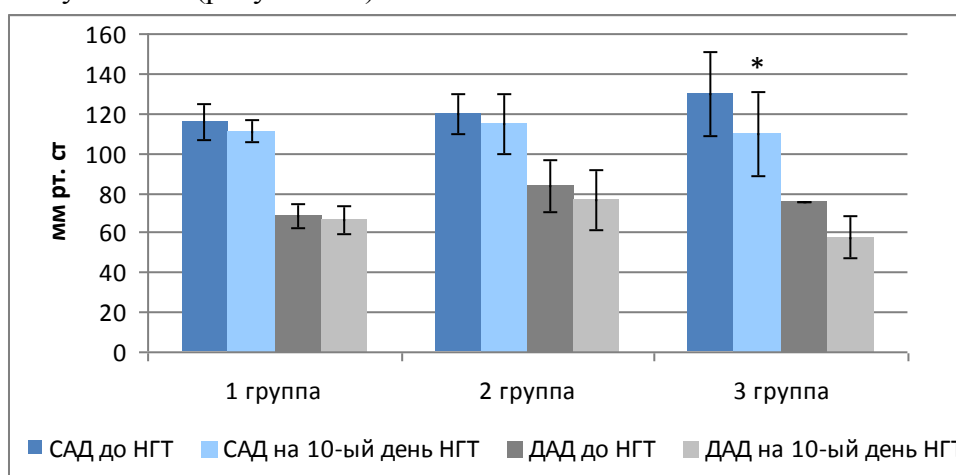


Рис. 3.7. Уровни фонового систолического и диастолического артериального давления до НГТ и на десятый день

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до НГТ ( $p < 0,05$ ).

#### 4. ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И СИНХРОННОСТЬ ЕЁ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С СЕРДЕЧНОСОСУДИСТОЙ СИСТЕМОЙ

##### 4.1. Особенности влияния нормобарической гипоксии на функцию респираторной системы у отдельных испытуемых

Изучение влияния нормобарической гипоксии на функцию респираторной системы осуществлялось в два этапа. На первом этапе у испытуемых проводилась оценка функционального уровня респираторной системы и определение динамики показателей внешнего дыхания и газообмена в процессе НГТ. В качестве контроля мы опирались на нормативные значения, которые рассчитывались программным обеспечением стресс-системы согласно весу, росту и возрасту испытуемого. На втором этапе, в целях выявления эффективности НГТ, эргоспирометрические показатели анализировались до и после курса нормобарической гипоксии.

Анализ 10-дневной гипоксической тренировки выявил у добровольцев индивидуальный характер направленности изменений в функционировании респираторной системы, в связи с чем, мы провели оценку изменений показателей функции дыхательной системы у отдельных испытуемых.

В результате анализа эргоспирометрических данных испытуемого №7 (таблица 4.1) определено, что функциональные резервы его дыхательной системы изначально были достаточно высоки и отличались экономичностью деятельности.

Таблица 4.1. Изменение показателей внешнего дыхания и газообмена при выполнении спироэргометрической пробы в процессе НГТ у испытуемого №7

Показатели на пике нагрузки	Контроль	1 день	5 день	10 день
<b>Wmax, Вт</b>	218,00	250,00	250,00	250,00
<b>VO<sub>2</sub>, л/мин</b>	3,12	2,93	3,17	3,14
<b>VO<sub>2</sub>/кг, мл/мин/кг</b>	40,00	37,60	40,60	40,30
<b>VCO<sub>2</sub>, л/мин</b>	3,39	3,51	3,60	3,67
<b>VE, л/мин</b>	100,00	67,00	66,00	68,00
<b>VT, л</b>	2,86	2,37	2,37	2,53
<b>RR, 1/мин</b>	31,90	28,40	27,90	26,70
<b>EQO<sub>2</sub></b>	32,01	22,00	20,00	21,00
<b>RER</b>	-	1,20	1,17	1,14
<b>t, сек</b>	-	567,00	568,00	614,00

Полученные в постгипоксический период данные нагрузочной пробы указывают на переход функционирования системы дыхания испытуемого №7 к концу курса на более экономный уровень. Так, вентиляционный коэффициент (EQO<sub>2</sub>), который рассчитывается путем деления минутной вентиляции легких на потребление кислорода и представляет собой показатель вентиляторной эффективности, проявлял тенденцию снижения. Чем меньше EQO<sub>2</sub>, тем больше кислородная эффективность внешнего дыхания. Позитивным сдвигом следует считать и тенденцию увеличения к концу курса вентиляции (VE) за счет дыхательного объема (VT) при снижении частоты дыхания (RR). Увеличение вентиляции благодаря росту глубины дыхания обуславливает повышение дыхательной активности легких, что способствует улучшению в них газообмена, повышению экономичности внешнего дыхания и его эффективности. Снижение в динамике дыхательного коэффициента (RER) свидетельствует об активации смешанного углеводно-жирового обмена веществ.

Полученные в нормоксических условиях данные показателей внешнего дыхания и газообмена до гипоксической стимуляции и после её применения наглядно демонстрируют повышение функциональных резервов системы дыхания у испытуемого №7 (рисунки 4.1).

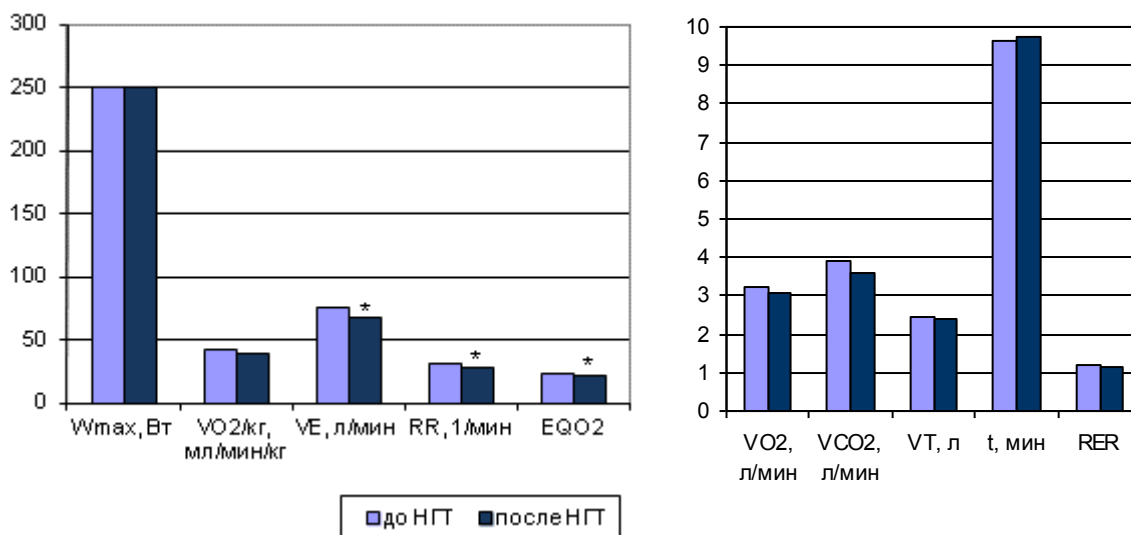


Рис. 4.1. Показатели внешнего дыхания и газообмена на пике нагрузки до НГТ и после нее при выполнении спироэргометрической пробы у испытуемого №7

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до гипоксии ( $p < 0,05$ ).

Как следует из рисунка 4.1, после 10-ти дней гипоксической тренировки при одинаковой мощности и длительности физической нагрузки отмечалась тенденция снижения потребления кислорода и выделения  $VCO_2$ . Можно полагать, что это связано со снижением кислородного запроса на физическую нагрузку, что обусловлено формированием адаптивных процессов в условиях гипоксии. Кроме того, выявлено уменьшение  $VE$  ( $p < 0,05$ ), частоты дыхания ( $p < 0,05$ ) и  $EQO_2$  ( $p < 0,05$ ). Подобные изменения являются следствием метаболических сдвигов, составляющих основу структурной адаптации к гипоксии, формирующихся в организме в процессе гипоксической стимуляции [14].

Проведенный аналогичный анализ ответной реакции организма остальных испытуемых на гипоксию свидетельствует о том, что в процессе 10-дневной НГТ испытуемые, в зависимости от исходного функционального уровня организма, реализуют различный тип респираторного ответа на физическую нагрузку. При этом конечный эффект гипоксического тренинга на респираторную систему у одних испытуемых выражается в повышении функциональных резервов дыхательной системы, у других – в тенденции к повышению функциональных резервов дыхательной системы, а у третьих – в отсутствии позитивного эффекта. Из этого следует вывод, что для достижения саногенного эффекта необходимо установление исходного функционального уровня организма и индивидуальный подбор соответствующего ему гипоксического режима, который позволил бы максимально реализовать его корригирующее, укрепляющее и расширяющее физиологические резервы воздействие.

#### 4.2. Изменение показателей функции дыхательной системы под влиянием нормобарической гипоксии, характерное для различных групп испытуемых

Выявленный индивидуальный характер изменений исследуемых показателей функции дыхательной системы позволил выделить три группы испытуемых, у которых изменения функции респираторной системы имели однотипный характер.

Сравнительный анализ исходных данных с контрольными нормативными значениями выявил у испытуемых первой группы достаточно высокие физиологические резервы дыхательной системы (таблица 4.2). Исследование динамики показателей внешнего дыхания и газообмена при выполнении велоэргометрической пробы в процессе НГТ показало, что у испытуемых первой группы имело место повышение

функциональных возможностей дыхательной системы: МОД к концу гипоксической тренировки осуществлялся за счет увеличивающегося дыхательного объема при снижении частоты дыхания, повышалась экономичность дыхания, увеличивалась физическая работоспособность.

Таблица 4.2. Изменение показателей внешнего дыхания и газообмена при выполнении спироэргометрической пробы в процессе НГТ у испытуемых первой группы

Показатели на высоте нагрузки	Контроль	1 день	5 день	10 день
<b>Wmax, Вт</b>	210,82±26,15	209,09±41,16	231,82±58,69	259,09±50,06*
<b>VO<sub>2</sub>, л/мин</b>	2,92±0,48	2,53±0,38*	2,69±0,62	2,56±0,32*
<b>VO<sub>2</sub>/кг, мин/кг</b>	40,95±5,43	35,85±6,02*	37,53±6,63	35,65±6,17*
<b>VCO<sub>2</sub>, л/мин</b>	3,10±0,52	3,12±0,72	3,36±0,83	3,12±0,74
<b>VE, л/мин</b>	90,64±13,93	69,55±13,09*	72,36±16,18*	70,63±13,64*
<b>VT, л</b>	2,73±0,45	2,16±0,57*	2,28±0,59*	2,38±0,66
<b>RR, 1/мин</b>	32,90±1,26	32,50±6,58	31,86±4,29	29,82±6,12
<b>EQO<sub>2</sub></b>	-	26,73±5,52	26,18±6,08	27,36±5,66
<b>RER</b>	-	1,26±0,12	1,24±0,07	1,23±0,06
<b>t, с</b>	-	463,83±20,40	538,33±42,00	636,33±38,10

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к контрольным данным (p<0,05).

Анализ полученных данных до нормобарической гипоксической тренировки и после неё (рисунок 4.2) свидетельствует о том, что при увеличении толерантности на нагрузку (p<0,05), показатели газообмена и внешнего дыхания практически не изменились, за исключением ДО, который проявил тенденцию увеличения, и частоты дыхательных движений, которая проявила тенденцию снижения.

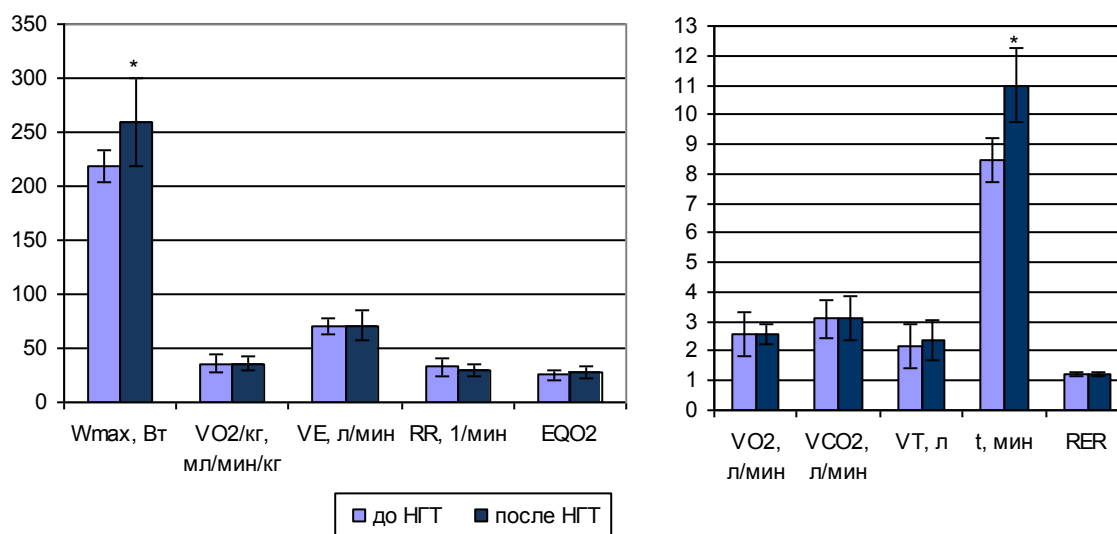


Рис. 4.2. Показатели внешнего дыхания и газообмена на пике нагрузки до НГТ и после нее при выполнении спироэргометрической пробы у испытуемых первой группы  
Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до гипоксии (p<0,05).

Полученные данные в комплексе позволяют заключить, что у испытуемых первой группы произошла оптимизация функции дыхания.

У второй группы добровольцев величины всех исследуемых параметров состояния респираторной системы исходно были ниже контрольных нормативных значений и, соответственно, влияние нормобарической гипоксии на респираторную систему было менее эффективным, чем у первой группы. У испытуемых к середине курса отмечалось ослабление функциональных возможностей дыхательной системы, которое выражалась в тенденции увеличения частоты дыхания (RR), снижения дыхательного объема (VT),



снижении эффективности дыхания ( $EQO_2$ ) и уменьшении длительности нагрузочной фазы теста ( $t$ ) (таблица 4.3). К концу курса, при практически неизменившихся относительно 5-го дня показателях внешнего дыхания и газообмена, наблюдалась тенденция увеличения времени работы, свидетельствуя о том, что функциональные затраты организма на ту же работу стали менее значительными. Таким образом, наблюдаемое к 5-му сеансу ослабление функциональных возможностей дыхательной системы сменяется тенденцией повышения экономичности дыхания, тем самым указывая на переход на новый уровень регуляции.

Таблица 4.3. Изменение показателей внешнего дыхания и газообмена при выполнении спироэргометрической пробы в процессе НГТ у испытуемых второй группы

Показатели на высоте нагрузки	Контроль	1 день	5 день	10 день
$W_{max}$ , Вт	215,50±7,78	175,00±15,36*	175,00±15,36*	175,00±15,36*
$VO_2$ , л/мин	3,07±0,11	2,68±0,46	2,35±0,67	2,37±0,25*
$VO_2$ /кг, мин/кг	43,60±2,4	37,90±3,11	32,95±6,43	33,35±3,32*
$VCO_2$ , л/мин	3,24±0,33	3,33±0,39	2,90±0,83	2,92±0,47
$VE$ , л/мин	96,00±9,90	64,50±7,68*	62,00±11,11	61,00±10,63*
$VT$ , л	2,82±0,07	2,37±0,31	2,13±0,26*	2,17±0,58
$RR$ , 1/мин	33,75±0,78	26,90±3,82	28,58±4,67	28,00±2,03*
$EQO_2$	-	23,50±2,12	25,00±5,66	24,50±4,95
$RER$	-	1,25±0,06	1,24±0,00	1,24±0,04
$t$ , с	-	368,50±74,25	349,50±60,10	363,50±74,25

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к контрольным данным ( $p < 0,05$ ).

Сравнение данных до курса гипоксического воздействия и после него показало, что физиологические параметры у испытуемых второй группы к концу гипоксической тренировки отличались незначительно (рисунок 4.3). На пике нагрузки, толерантность к которой не изменилась,  $VO_2$ /кг,  $VCO_2$ ,  $VE$ ,  $VT$  после курса НГТ проявили тенденцию уменьшения. В целом, такая динамика параметров свидетельствует о тенденции уменьшения функциональных затрат.

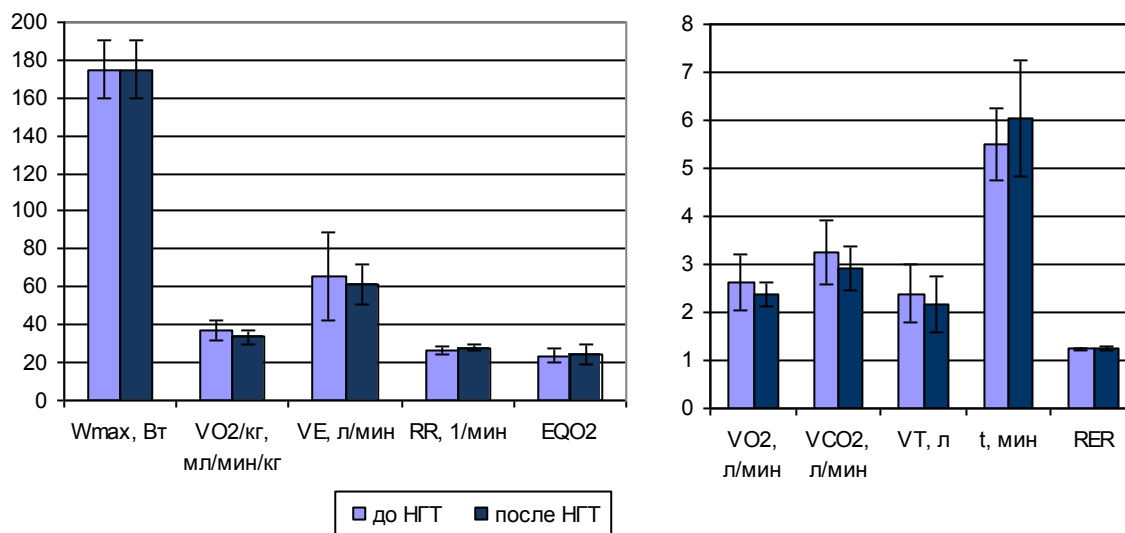


Рис. 4.3. Показатели внешнего дыхания и газообмена на пике нагрузки до НГТ и после нее при выполнении спироэргометрической пробы у испытуемых второй группы

Отсутствие выраженной модификации показателей внешнего дыхания и газообмена у испытуемых второй группы, видимо, объясняется недостаточной для них длительностью тренировки. В силу ограниченности времени тренировки, несмотря на периодическое повторение гипоксического стимула, полноценная адаптация не наступила, и мы, по



существо, имели дело с «незавершенной адаптацией». Согласно современным представлениям, состояние «незавершенной адаптации» формируется при попадании организма в особую среду, например, при кратковременном действии фактора, к которому невозможно адаптироваться, и последующем возвращении в привычные условия [13].

В то же время, у испытуемых третьей группы положительный эффект от примененного гипоксического воздействия отсутствовал.

Таблица 4.4. Изменение показателей внешнего дыхания и газообмена при выполнении спироэргометрической пробы в процессе НГТ у испытуемых третьей группы

Показатели на высоте нагрузки	Контроль	1 день	5 день	10 день
<b>Wmax, Вт</b>	224,00±15,56	200,00±0,00	200,00±0,00	175,00±35,36
<b>VO<sub>2</sub>, л/мин</b>	3,22±0,28	2,43±0,11*	2,52±0,56	2,41±0,15*
<b>VO<sub>2</sub>/кг, мл/мин/кг</b>	44,85±4,45	34,34±7,72	36,00±4,14	34,50±9,19
<b>VCO<sub>2</sub>, л/мин</b>	3,36±0,53	3,04±0,54	3,31±1,26	2,95±0,79
<b>VE, л/мин</b>	99,50±14,85	68,00±22,63	91,00±13,84	70,00±25,46
<b>VT, л</b>	2,97±0,09	2,96±0,23	2,65±0,00*	2,77±0,04
<b>RR, 1/мин</b>	33,65±1,63	22,95±3,87*	34,35±16,48	25,25±8,84
<b>EQO<sub>2</sub></b>	-	27,50±7,78	32,00±12,73	28,50±7,78
<b>RER</b>	-	1,25±0,16	1,21±0,33	1,22±0,22
<b>t, с</b>	-	398,50±27,58	425,00±29,70	353,50±41,72

Как видно из таблицы 4.4, исходные показатели были меньше должных контрольных значений. На 5-ый день гипоксической тренировки наблюдаемая адаптация ДС развивается по менее эффективному пути, т.е. увеличение вентиляции происходит за счет увеличения частоты дыхания и уменьшения дыхательного объема. При этом в газообмене существенных изменений не отмечалось, что в комплексе снизило эффективность дыхания. На 10-й день у испытуемых уменьшилась толерантность на физическую нагрузку, с соответствующим снижением респираторной активности. Причиной этому является, не оптимизация функции дыхания, как у представителей первой группы, а снижение функциональных возможностей респираторной системы. В этом можно убедиться при сопоставлении полученных данных после 10 сеансов с таковыми до гипоксии (рисунок 4.4).

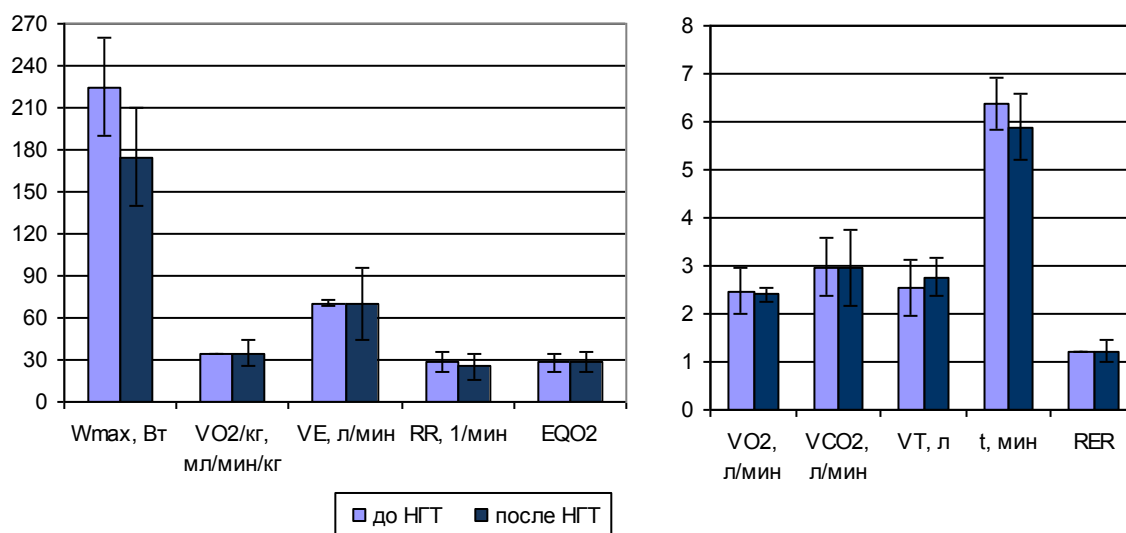


Рис. 4.4. Показатели внешнего дыхания и газообмена на пике нагрузки до НГТ и после нее при выполнении спироэргометрической пробы у испытуемых третьей группы

Как видно, показатели, рефлектирующие состояние ДС, зарегистрированы на фоне снизившейся толерантности на нагрузку и практически не отличаются от инициальных показателей до гипоксии. Фактически, 10-дневная НГТ у этих испытуемых не выявила

эффекта в плане повышения функциональных возможностей ДС. Причина отсутствия эффекта гипоксической тренировки в третьей группе кроется, по всей видимости, в низкой устойчивости к гипоксии на индивидуальном уровне, а так же, как будет показано в следующем разделе, в отсутствии достаточной синхронности модификации функции ССС и ДС, которая является отражением вегетативного гомеостаза организма.

Таким образом, 10-дневная нормобарическая гипоксическая тренировка у первой группы испытуемых (73,34%) способствовала в той или иной степени повышению функциональных возможностей дыхательной системы, у второй группы испытуемых (13,33%) положительная динамика стала проявляться после 5-го сеанса, а у третьей группы (13,33%) позитивного эффекта воздействия НГТ выявлено не было. Очевидно, что индивидуализация режима НГТ позволила бы достичь более существенных результатов.

#### 4.3. Синхронность модификации функции респираторной и сердечнососудистой систем при физической нагрузке в процессе нормобарической гипоксической тренировки.

Поскольку положительный эффект влияния того или иного фактора на состояние здоровья можно определить по показателям синхронного изменения функции респираторной и сердечнососудистой систем [5, 31], задачей данного этапа работы было выяснить, как сказывается НГТ на согласованность взаимодействия этих физиологических систем, т.е. на межсистемные отношения в организме испытуемых. Показателем согласованности в работе висцеральных систем является индекс Хильденбранта (Q), вычисляемый по соотношению ЧСС к ЧД. Исследование индекса Хильденбранта при нагрузках отражает вегетативное обеспечение деятельности.

В соответствии с физиологическими механизмами взаиморегуляции сердечнососудистой и респираторной системы, они в саногенных условиях должны функционировать согласованно. Согласно результатам нашего исследования, такая взаимная синхронность при физической нагрузке проявлялась лишь у представителей первой группы и у второй группы. Особенностью третьей группы явилось выявленное до гипоксического тренинга рассогласование в деятельности сердечнососудистой и респираторной системы, на что указывает высокое значение индекса межсистемных взаимоотношений Хильденбранта ( $7,6 \pm 0,14$ ), и его увеличение после 1-го ( $p < 0,05$ ), 5-го ( $p < 0,05$ ) и 10-го сеансов нормобарической гипоксической тренировки (рисунок 4.6).

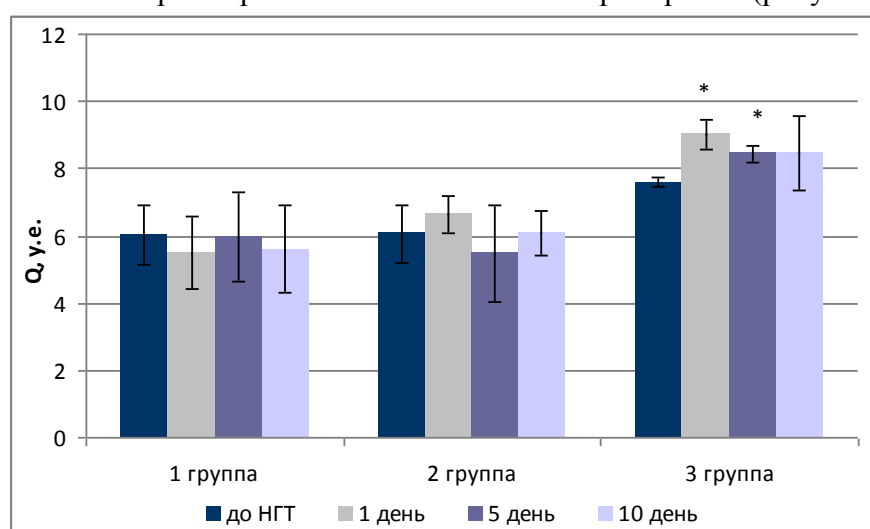


Рис. 4.5. Динамика значений индекса Хильденбранта у испытуемых разных групп в процессе НГТ

Примечание. \* - достоверность различий по отношению к данным до НГТ ( $p < 0,05$ ).

Общеизвестно, что вегетативная нервная система играет важнейшую роль в адаптации функций кардиореспираторной системы к изменившимся при гипоксии условиям [7,10]. Во многом исход гипоксического воздействия на организм при этом зависит от того, насколько эффективно вегетативная нервная система осуществляет регуляцию [18]. Как следует из оценки вегетативного гомеостаза по величине индекса Хильденбранта, у представителей первой и второй групп отмечается достаточная синхронность в функционировании ССС и ДС, обусловившая положительный эффект НГТ, в то время как у представителя третьей группы – имеет место десинхронизация указанных систем, что и предопределило отсутствие благоприятных изменений.

## 5. ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА КРОВОТОК В СИСТЕМЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

На данном этапе была исследована система капиллярного кровообращения, которая, в соответствии с известными механизмами адаптации организма к гипоксии, задействована в адаптационном процессе.

Анализ лазерных доплеровских флоуграм (ЛДФ-грамм), зарегистрированных до гипоксических сеансов, показал, что они различались у разных испытуемых, а также у одного и того же добровольца в различные дни. После окончания сеанса нормобарической гипоксии ЛДФ-сигнал претерпевал изменения, зависящие от выраженности гипоксии и от длительности гипоксической тренировки. Групповых закономерностей микроциркуляторной адаптивной перестройки в этой серии исследований обнаружено не было.

### 5.1. Изменение параметров микроциркуляции в процессе нормобарической гипоксической тренировки

В результате детального анализа ЛДФ-грамм выявлено, что показатель М, отражающий среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции (ПМ) и характеризующий средний поток эритроцитов в единице объема ткани в зондируемом участке, может изменяться как в сторону возрастания, так и снижения, так же как показатели СКО и К<sub>v</sub>. При этом следует отметить, что после сеансов с менее выраженной гипоксией (1-ый, 2-ой дни) наблюдалась высокая вариабельность показателя М, в то время как после более «жестких» сеансов (9-ый, 10-ый дни) имела место достаточно высокая синхронизация его модификации. Согласно данным Горанчука В.В. с соавт. [6], подобные изменения отражают различную реакцию микроциркуляторного русла на гипоксию большей и меньшей интенсивности.

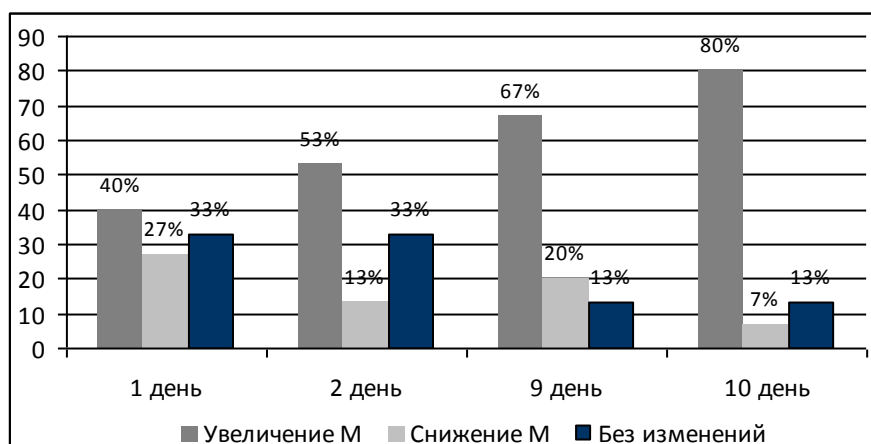


Рис. 5.1. Динамика показателя микроциркуляции (М) после гипоксических сеансов.

Как наглядно представлено на рисунке 5.1, показатель микроциркуляции (М) увеличивался в 1-ый день, по сравнению с исходными величинами до гипоксических сеансов, у 40% испытуемых, уменьшался – у 27%, и оставался относительно неизменным – у 33%. На второй день увеличение показателя М было отмечено уже у 53% испытуемых, снижение – у 13%, и отсутствие значимых изменений наблюдалось у – 33%. В последующие дни выявлялась высокая вариабельность показателя микроциркуляции, а на девятый и десятый дни НГТ отмечался однонаправленный характер его изменения: увеличение на девятый день – у 67% испытуемых и на десятый день – у 80%. Рост параметра М указывает на повышение уровня перфузии тканей. При этом зарегистрированное нами увеличение капиллярного кровотока в постгипоксический период объясняется продолжающимся «следовым» действием метаболического фактора на фоне ослабления действия нервного фактора [6].

Наряду с увеличением показателя М, у испытуемых, как правило, наблюдалось повышение показателей СКО и  $K_v$ , и лишь в некоторых случаях отмечалось их уменьшение. Увеличение  $K_v$  указывает на повышение вазомоторной активности микрососудов и характеризует преимущественный вклад активных механизмов модуляции микрокровотока. Чем выше СКО, тем лучше функционируют механизмы модуляции тканевого кровотока. Уменьшение СКО отображает снижение активности колебательных процессов [9].

## **5.2. Изменение амплитуд различных диапазонов ЛДФ-граммы в процессе нормобарической гипоксической тренировки**

В амплитудном спектре ритмических составляющих ЛДФ-граммы были отмечены сдвиги, степень которых также зависела от индивидуальных особенностей испытуемых. Характерно, что изменения амплитуд не всегда проявляли зависимость от показателя М. Так, в основном наблюдалось их содружественное увеличение, либо снижение, а в отдельных случаях имели место разнонаправленные изменения абсолютных значений  $A_{\max}$  осцилляций.

По результатам данной серии исследований было установлено, что характер изменения амплитуд различных диапазонов в разные дни был неоднороден. Так, если в первый день после гипоксического воздействия была выявлена тенденция снижения показателей  $A_{\max}$  LF,  $A_{\max}$   $\alpha$ F,  $A_{\max}$  CF и отсутствие изменений параметра  $A_{\max}$  HF, то на второй день отмечалось увеличение  $A_{\max}$  LF ( $p < 0,05$ ) и тенденция увеличения амплитуд остальных диапазонов (рисунок 5.2).

После восьмого и девятого гипоксических сеансов амплитуда колебаний во всех частотных диапазонах значительно варьировала. Анализ величины максимальных амплитуд показал, что в структуре ритмических составляющих колебаний кровотока после 8-го сеанса наблюдалась тенденция увеличения показателей  $A_{\max}$  CF,  $A_{\max}$   $\alpha$ F и рост  $A_{\max}$  HF ( $p < 0,05$ ) (рисунок 5.2). После 9-го сеанса было выявлено достоверное повышение показателя  $A_{\max}$  CF ( $p < 0,05$ ) и тенденция увеличения показателя  $A_{\max}$  HF. Такая динамика показателей свидетельствует о росте удельного влияния гемодинамической сердечной и пассивной дыхательной компоненты на периферический кровоток, поскольку более выраженная гипоксия вызывает возрастание показателей гемодинамики, а также увеличение глубины и частоты дыхания. В то же время, амплитуда вазомоций ( $A_{\max}$  LF) после 8-го и 9-го сеансов проявила тенденцию уменьшения, что указывает на снижение функционирования активных механизмов контроля перфузии (рисунок 5.2). Последнее обусловлено усилением вазоконстрикторных воздействий на артериолы и прекапилляры [6]. Рост параметров  $A_{\max}$  CF и  $A_{\max}$  HF при снижении  $A_{\max}$  LF является специфическим ответом на гипоксический стимул и свидетельствует о функциональном напряжении, что может позволить осуществлять индивидуальное дозирование гипоксического стимула в

саногенных пределах. Оценка динамики амплитуд различных диапазонов на десятый день выявила как повышение активности пассивных механизмов модуляции кровотока ( $A_{\max}$  HF и  $A_{\max}$  CF), так и улучшение состояния активных механизмов гемодинамики, о чем свидетельствует тенденция роста показателей  $A_{\max}$   $\alpha$  и  $A_{\max}$  LF.

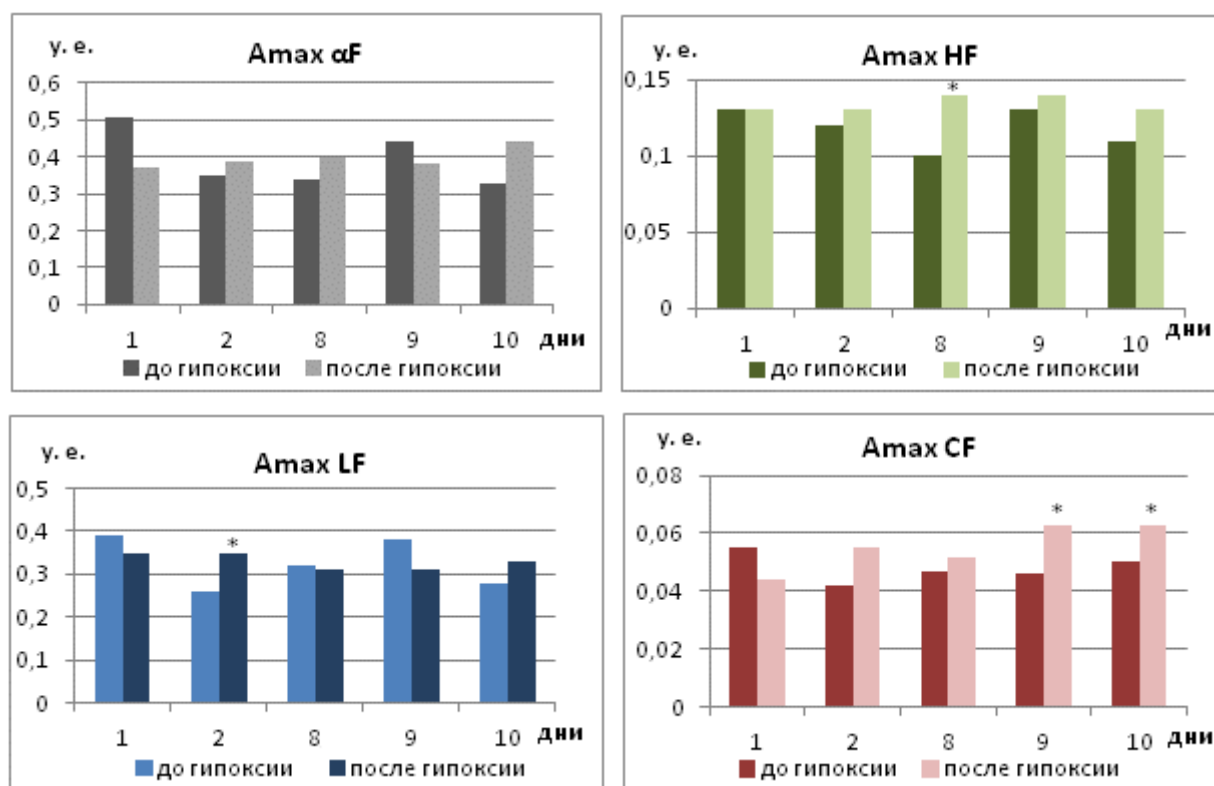


Рис. 5.2. Изменение амплитуд различных диапазонов ЛДФ-граммы в процессе гипоксического тренинга

Вышеописанные особенности реакции системы микроциркуляции на гипоксическое воздействие сопровождались изменением индекса эффективности микроциркуляции (ИЭМ), который учитывает соотношение активных и пассивных механизмов регуляции (рисунок 5.3).

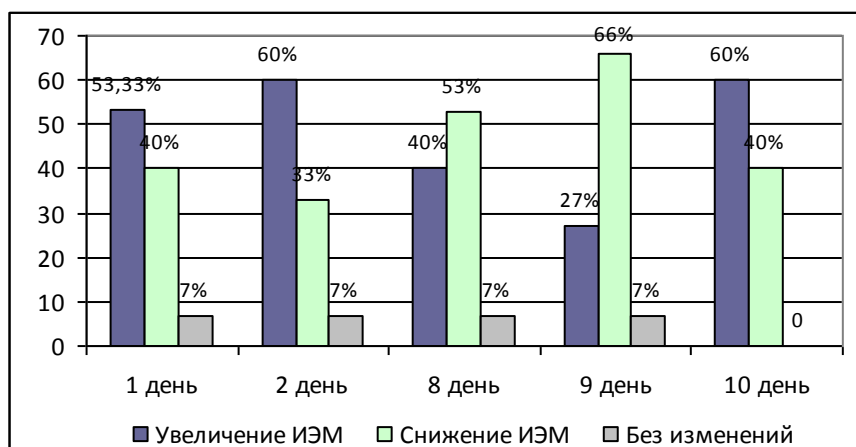


Рис. 5.3. Динамика индекса эффективности микроциркуляции (ИЭМ) в процессе гипоксического тренинга

Увеличение ИЭМ в первый и второй день (у 53,33% и 60% испытуемых, соответственно) отражает физиологичное, не вызывающее выраженного напряжения функциональных систем организма, действие умеренной гипоксии. Выявленная при этом гипоксическая вазодилатация представляет собой ответ, посредством которого падение напряжения кислорода вызывает периферическое увеличение кровотока [29, 34].

Более выраженное гипоксическое воздействие приводило у большинства испытуемых (53% после 8-го сеанса и 66% после 9-го сеанса) к снижению ИЭМ. Подобные изменения отражают централизацию кровотока на фоне возрастания влияния пассивных механизмов регуляции микроциркуляции. У остальных участников (40% – после 8-го сеанса и 27% – после 9-го сеанса) наблюдалась адаптивная перестройка в виде увеличения периферического капиллярного кровотока за счет усиления влияния активной артериоло-капиллярной компоненты регуляции системы микроциркуляции. После 10-го сеанса увеличение ИЭМ было отмечено у 60% испытуемых, что в комплексе с изменениями в амплитудном спектре ритмических составляющих ЛДФ-граммы свидетельствует об уменьшении реактивности в системе микроциркуляции в ответ на гипоксическое воздействие и увеличении физиологических резервов.

Подводя итог нашего исследования, следует отметить, что изучение последствий влияния нормобарической гипоксической тренировки на кардиореспираторную систему с позиции санокреатологии позволило выделить отдельные, ранее неизвестные модификации функции кардиореспираторной системы и микроциркуляторного русла: физиологический потенциал кардиореспираторной системы у одних испытуемых линейно растет, а у других – позитивные изменения незначительны, либо отсутствуют; микроциркуляция относительно стабилизируется лишь при выраженных гипоксических воздействиях. Кроме того, были определены показания к применению метода нормобарической гипоксической гипоксии как санокреатологического и разработана новая концепция, согласно которой саногенный эффект может быть обеспечен лишь в случаях, если в покое функции сердечнососудистой и дыхательной системы находятся в пределах нормы, а при физической нагрузке – синхронно повышаются. Вместе с тем, исследования в области санокреатологии показывают, что дальнейший успех широкого использования нормобарической гипоксии в санокреатологии зависит в первую очередь от исследований, направленных на выяснение условий, стимулирующих активацию синтеза белка посредством активации транскрипции м-РНК структурных белков в соответствующих органах, в результате чего в организме формируются функциональные и структурные изменения и, как следствие, происходит увеличение его жизненного потенциала.

### **Общие выводы и рекомендации**

1. Физиологический эффект последствий влияния нормобарической гипоксии на функциональное состояние кардиореспираторной системы неоднороден и зависит от исходного общего состояния организма, что предполагает индивидуальный подход к её использованию в целях решения проблем санокреатологии.
2. Нормобарическая 10-дневная гипоксическая тренировка в режиме ступенчатой адаптации к гипоксии при содержании кислорода в газовой гипоксической смеси в первый день 19%, во второй и третий – 17%; на четвертый и пятый – 15%, а с шестого по десятый день – 12% оказывает неодинаковый по выраженности эффект на функциональное состояние кардиореспираторной системы человека: у одних испытуемых оно улучшается, у других – изменяется незначительно, а у третьих – положительный эффект отсутствует.
3. Изучение последствий влияния нормобарической гипоксической тренировки на функциональное состояние сердечнососудистой и дыхательной систем показало,

что модификация их функции у некоторых испытуемых происходит синхронно, а у других – рассогласованно.

4. Нормобарическая гипоксия влияет на показатели электрической стабильности миокарда, вызывая изменение длительности и дисперсии интервала QT, в связи с чем, для предупреждения возможного развития нарушений ритма сердца определение этих показателей до начала гипоксического тренинга должно стать обязательным условием.
5. Нормобарическая гипоксическая тренировка приводит к снижению у большей части испытуемых вариабельности показателей микроциркуляции и повышению эффекта усиления кровотока в микроциркуляторном русле.
6. Увеличение максимальной амплитуды пассивной дыхательной ( $A_{\max}$  HF) и кардиальной компоненты ( $A_{\max}$  CF) спектра лазерной доплеровской флоуграммы является маркером функционального напряжения кардиореспираторной системы, а также специфическим ответом на гипоксический стимул и этапом возможного развития долговременной адаптации к гипоксии.
7. Нормобарическая гипоксическая гипоксия может быть использована в санокреатологии для повышения и поддержания функциональных возможностей кардиореспираторной системы у тех лиц, у которых ЧСС и ЧД в покое находятся в пределах нормы, а при физической нагрузке синхронно повышаются.
8. Для обеспечения саногенного эффекта нормобарической гипоксической тренировки на функции сердечнососудистой и дыхательной систем гипоксический режим должен подбираться с учетом особенностей исходного функционального состояния организма и его адаптационных возможностей.

**Решенная научная проблема** состоит в выяснении, с позиции санокреатологии, последствий влияния нормобарической гипоксии на кардиореспираторную систему на основании исследований динамики физической работоспособности, аэробной производительности, показателей кровообращения, показателей электрической стабильности сердца, синхронности модификации респираторной и сердечнососудистой систем и модуляции кровотока, позволивших выявить основные закономерности индивидуальных и групповых адаптивных перестроек кардиореспираторной системы и микроциркуляторного русла в различные временные периоды гипоксической тренировки, на базе чего была научно обоснована возможность применения метода нормобарической гипоксии в санокреатологии.

Для достижения саногенного эффекта нормобарической гипоксической стимуляции предлагается соблюдать следующие практические **рекомендации**:

1. Использовать метод нормобарической гипоксической гипоксии в целях санокреатологии лишь у людей, у которых сердечнососудистая система и дыхательная система во время физической нагрузки изменяются синхронно.
2. Нормобарическая гипоксическая тренировка может быть применена как санокреатологический метод усиления функциональных возможностей дыхательной системы в случае её исходно повышенного или соответствующего стандарту функционального уровня.
3. Определение длительности и дисперсии интервала QT до начала гипоксического тренинга должно стать обязательным условием использования метода в целях санокреатологии.
4. Повышение показателей  $A_{\max}$  HF и  $A_{\max}$  CF и снижение параметра  $A_{\max}$  LF предлагается использовать в качестве маркеров функционального напряжения, что позволит осуществлять контроль за саногенностью режима нормобарической гипоксической тренировки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Moraru I. Acțiunea precondiționării hipoxice asupra unor indici ai stresului oxidativ. In: Curierul medical, 2011, nr. 4 (322), p. 42-46.
2. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. М.: РУДН, 2006. 284 с.
3. Арбузова О.В., Балыкин М.В., Коптелов Д.В. Реакции кардиореспираторной системы и изменения физической работоспособности пловцов разного возраста при действии нормобарической гипоксии. В: Вестник новых медицинских технологий, 2009, т. XVI, № 2, с. 212-214.
4. Борукаева И.Х. Эффективность интервальной гипоксической тренировки при бронхиальной астме у детей и подростков. В: Педиатрия, 2007, т. 86, №4, с. 29-35.
5. Васильков А.А. Способ определения общего состояния организма: Патент на изобретение № 2142733. В: Открытия и изобретения, 1999, №35.
6. Горанчук В.В., Сапова Н.И., Иванов А.О. Гипокситерапия. СПб, 2003. 536 с.
7. Ишеков А.Н., Мосягин И.Г. Динамика адаптационного процесса кардиореспираторной системы к нормобарической гипоксической гипоксии. В: Успехи современного естествознания, 2008, №5, с. 105-105.
8. Караш Ю.М., Стрелков Р.Б., Чижов А.Я. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации. М.: Медицина, 1988. 351с.
9. Козлов В.И. Механизм модуляции кровотока в системе микроциркуляции и его расстройство при гипертонической болезни. В: Материалы третьего Всероссийского симпозиума. М., 2000, с. 5-15.
10. Колчинская А. З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. М.: Медицина, 2003, 408 с.
11. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Индивидуальные особенности внешнего дыхания при прерывистой нормобарической гипоксии. В: Физиология человека, 2006, т. 32, №3, с.62-69.
12. Левшин И.В. и др. Индивидуальные особенности регуляции содержания оксигемоглобина при дефиците кислорода. В: Спортивная медицина, 2010, №7 (79), с. 23-28.
13. Леутин В.П. и др. Прерывистая нормобарическая гипоксия как экспериментальная модель незавершенной адаптации. В: Физиология человека, 2004, т. 35, №5, с. 85-91.
14. Меерсон Ф.З., Твердохлиб В.П., Фролов Б.А. Адаптация к периодической гипоксии в терапии и профилактике. М: Наука, 1989. 70 с.
15. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. М.: Нурохиа Medical, 1993. 331 с.
16. Московцева Н.И., Мирончев О.В. Динамика гемодинамических показателей у больных, перенесших инфаркт миокарда, под влиянием адаптации к периодической барокамерной гипоксии. В: Вестник ОГУ, 2010, № 6(112), с.78-80.
17. Надводнюк А.И. и др. Установка для нормобарической газотерапии. Авторское свидетельство №97-0249, Кишинев, 1998.
18. Нестеров С.В. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма в условиях воздействия острой экспериментальной гипоксии. В: Физиология человека, 2005, т. 31, № 1, с. 82-87.
19. Плахатнюк В.И., Вавилов М.П. Изучение устойчивости организма человека к умеренной гипоксии. В: Использование газовых гипоксических смесей для оптимизации лучевой терапии злокачественных новообразований. Обнинск, 1984, с. 85-87.



20. Поддубная Р.Ю. и др. Прерывистая нормобарическая гипоксия в комплексе санаторно-курортного лечения и реабилитации лиц с бронхолегочной патологией. В: НИЦ БКБ, 2009, с. 25-29.
21. Потиевская В.И. Изменение суточного профиля артериального давления у больных гипертонической болезнью при адаптации к прерывистой нормобарической гипоксии. В: Прерывистая нормобарическая гипокситерапия. Доклады Международной академии проблем гипоксии. М.: Бумажная галерея, 2005, т. IV, с. 90-99.
22. Радченко А.С. и др. Нормобарическая гипоксическая тренировка и оптимизация насосной функции сердца у спортсменов. В: Материалы международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений. Москва, 2009, с. 107-110.
23. Сиротинин Н.Н. О влиянии разреженного атмосферного воздуха на течение инфекции. В: Врачебное дело, 1951, №12, с. 1107-1112.
24. Фурдуй Ф.И. Причины и факторы биологической деградации человека и пути его выживания. Стресс, адаптация, функц. нарушения и санокреатология. Кишинев: Cartea Moldovei, 1999, с. 22-35.
25. Фурдуй Ф.И. Проблемы стресса и преждевременной биологической деградации человека. Санокреатология. Их настоящее и будущее. В: Современные проблемы физиологии и санокреатологии. Кишинев, 2005, с.16-36.
26. Фурдуй Ф.И. и др. Взгляд санокреатологии на аэробiku. В: Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. Chişinău, 2006, vol. 2(302), p.4-7.
27. Фурдуй Ф.И. и др. Двигательная активность, вызывающая саногенную мобилизацию, синхронизацию и стабилизации функций организма – основной физиологический способ целенаправленного формирования и поддержания здоровья. В: Научные труды II съезда физиологов СНГ. Москва: Кишинэу, 2008, с. 243-244.
28. Фурдуй Ф.И. и др. Потребности медицинской практики обусловили развитие новой области биомедицины – санокреатологии. В сб.: «Биология: теория, практика, эксперимент», Саранск, 2008, с. 50-54.
29. Allen B.W., Piantadosi C.A. How do red blood cells cause hypoxic vasodilation? The SNO-hemoglobin paradigm. In: Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol., 2006, nr. 291, p. 1507-1512.
30. Dufour S.P. et al. Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. I. Improvement in aerobic performance capacity. In: J Appl Physiol., 2006 Apr, nr. 100(4), p. 1238-1248.
31. Furdui T., Ciochina V. Method to determine the maximum admissible duration for physical effort. In: Inventica 2008. The XII International inventions exhibition, 14-24 mai, 2008 Iaşi, România: Performantica, 2008, p. 634.
32. Milosz C. et al. The Effects of Intermittent Hypoxic Training on Aerobic Capacity and Endurance Performance in Cyclists. In: J Sports Sci Med., Mar 2011, nr. 10(1), p. 175–183.
33. Semen K.O. et al. Interval hypoxic training in complex treatment of Helicobacter pylori-associated peptic ulcer disease. In: Acta Biochimica Polonica, 2010, vol. 57, nr. 2, p. 199-208.
34. Singel D.J., Stamler J.S. Chemical physiology of blood flow regulation by red blood cells: the role of nitric oxide and S-nitrosohemoglobin. In: Ann. Rev. Physiol., 2005, nr. 67, p. 99-145.

#### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

##### **Статьи в научных журналах:**

1. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Вуду Л.Ф., Штирбу Е.И., Фурдуй В.Ф., Вуду Г.А., Фрунзе Р.И., Молдован А.М., **Каратерзи Г.И.** Регуляция внешнего дыхания. Новое видение. В: Бюллетень Ассоциации традиционной медицины Республики Молдова. Традиционная медицина и санокреатология, 2007, т. 12, с. 31-43.
2. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Вуду Л.Ф., Штирбу Е.И., Фурдуй В.Ф., Вуду Г.А., Фрунзе Р.И., Молдован А.М., **Каратерзи Г.И.** Механизмы регуляции системы внешнего

- дыхания в саногенных условиях. Сообщение II. Новая концепция о структурно-функциональной организации системы регуляции дыхательной ритмики. În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2007, nr. 1 (301), p. 4-19.
3. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Лакуста В.Н., Штирбу Е.И., Фурдуй В.Ф., Вуду С.Г., Фрунзе Р.И., Молдован А.И., **Каратерзи Г.И.**, Бешетя Т.С., Московчук А.Ф., Георгиу З.Б. Заболеваемость респираторной системы и пути поддержания ее морфо-функционального статуса в саногенных пределах. В: Бюллетень Ассоциации традиционной медицины Республики Молдова. Традиционная медицина и санокреатология, 2008, т. 13, с. 44-53.
  4. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Вуду Л.Ф., Вуду Г.А., Фурдуй В.Ф., Фрунзе Р.И., **Каратерзи Г.И.**, Бодруг А.И., Житарь Ю.Н., Казаков Ю.М. Стресс, эволюция человека, здоровье и санокреатология. (Пленарный доклад на II съезде физиологов СНГ). În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2010, nr. 1 (310), p. 4-13.
  5. **Каратерзи Г.И.** Современное состояние изученности нормобарической гипоксии через призму санокреатологии. În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2011, nr. 2 (314), p. 61-71.
  6. **Каратерзи Г.И.** Эффект влияния прерывистой нормобарической гипоксии на некоторые показатели функции дыхательной системы. În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2011, nr. 3 (315), p. 62-71.
  7. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., **Каратерзи Г.И.** Специфика изменений ЭКГ под влиянием нормобарической гипоксии. În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2012, nr. 1 (316), p. 53-64.
  8. **Каратерзи Г.И.** Влияние нормобарической гипоксии на модуляцию кровотока в системе микроциркуляции. În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2012, nr. 3 (318), p. 43-53.
  9. **Каратерзи Г.И.**, Чокинэ В.К. Специфика изменений показателей электрической нестабильности сердца под влиянием нормобарической гипоксии. În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2014, nr. 3 (324), p. 23-32.

#### **Материалы/тезисы научных форумов:**

- **международные конференции (за рубежом)**
1. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Вуду Г.А., Штирбу Е.И., Фрунзе Р.И., Молдован А.М., **Каратерзи Г.И.**, Бешетя Т.С., Георгиу З.Б. Потребности медицинской практики обусловили развитие новой области биомедицины – санокреатологии. В: Биология: теория, практика, эксперимент. Сборник материалов международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора, основателя кафедры биохимии ГОУВПО Е.В. Сапожниковой. Саранск, 2008, с. 50-54.
  2. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Вуду Г.А., Вуду Л.Ф., Молдован А.М., Фрунзе Р.И., **Каратерзи Г.И.** Детериорирующие последствия хронического стресса и санокреатология. В: Тезисы докладов XXI съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. Калуга, 2010, с. 648.
  3. **Каратерзи Г.И.** Санокреатологический эффект нормобарической гипоксии. В: Научные труды III съезда физиологов СНГ. Москва-Ялта, 2011, с. 274.
  4. Furdui T.I., Ciocchina V.K., **Caraterzi G.I.**, Bodrug A.I., Vrabie V.G., Furdui V.T., Nicolaev L.G. Sanocreatology, psychic norm and individual sanogenic level of psychic health. In: Neuroscience for Medicine and Psychology. Proceedings of the X International Interdisciplinary Congress. Sudak, Crimeea, 2014, p. 356-357.
- **международные конференции (в республике)**
1. Надводнюк А.И., Цуканов В.В., **Каратерзи Г.И.** Нормобарическая саногенная гипоксия как один из перспективных методов в санокреатологии. В: Физиология и здоровье человека. Научные труды II съезда физиологов СНГ. Москва-Кишинэу, 2008, с. 244.
  2. Furdui T.I., Ciocchina V.K., Furdui V.T., Vudu L.T., **Caraterzi G.I.**, Bodrug A.I., Jitari I.N. Ecological-social and mode of life relative conditionality of health. In: Ecological chemistry. The V International Conference-Symposium. Chişinău, 2012, p. 115-116.

## ADNOTARE

Caraterzi Galina, „**Influența hipoxiei normobarice asupra sistemului cardiorespirator și utilizarea rezultatelor acesteia în sanocreatologie**”. Teză de doctor în științe biologice, Chișinău, 2015.

**Structura tezei:** introducere, 5 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografia din 258 de surse, 23 de figuri și 21 de tabele, 135 de pagini de text de bază. Rezultatele obținute sunt publicate în 15 lucrări științifice.

**Cuvinte-cheie:** sanocreatologie, trening cu hipoxie normobarică, posibilități funcționale, sistem cardiovascular, sistem respirator, microcirculație.

**Domeniul cercetării:** fiziologia omului și sanocreatologia sistemelor respirator și cardiovascular.

**Scopul lucrării:** studierea influenței hipoxiei normobarice asupra funcțiilor sistemelor respirator și cardiovascular și posibilitatea utilizării ei în sanocreatologie.

### **Obiectivele studiului:**

1. Studiarea vectorului modificării funcției sistemului cardiovascular în condițiile hipoxiei normobarice.
2. Cercetarea dinamicii modificării stării funcționale a sistemului respirator la influența hipoxiei normobarice.
3. Determinarea particularităților modificării funcționării microcirculației în timpul treningului cu hipoxie normobarică.
4. Stabilirea posibilităților și condițiilor de aplicare a hipoxiei normobarice în sanocreatologie pentru sporirea și menținerea dirijată a sănătății sistemului cardiorespirator.

**Noutatea și originalitatea științifică.** Pentru prima dată, prin prisma sanocreatologiei, au fost efectuate cercetări științifice complexe în scopul determinării consecințelor acțiunii hipoxiei normobarice asupra funcției sistemului cardiorespirator, ce au permis de a stabili că la persoanele sănătoase treningul timp de 10 zile cu hipoxie normobarică are efecte diverse asupra nivelului de activitate al acestui sistem, iar metoda poate fi utilizată în sanocreatologie doar în cazurile când se manifestă coordonarea funcțiilor sistemelor respirator și cardiovascular.

**Problema științifică importantă soluționată** constă în stabilirea, din punct de vedere al sanocreatologiei, a consecințelor influenței hipoxiei normobarice asupra sistemului cardiorespirator, în rezultatul studierii dinamicii capacității fizice, productivității aerobe, indicilor circulației sanguine, indicilor stabilității electrice a cordului, modificării sincrone a funcțiilor sistemelor respirator și cardiovascular și modulării circulației sanguine, ceea ce a permis de a evidenția legitățile principale individuale și de grup ale restructurării adaptive a sistemului cardiorespirator și a patului microcirculator în diferite perioade de timp ale treningului hipoxic și argumentarea, în baza acestora, a posibilității și condițiilor utilizării hipoxiei normobarice în sanocreatologie.

**Semnificația teoretică a lucrării** rezidă din elucidarea legităților modificării funcțiilor sistemului cardiorespirator și a patului microcirculator în dinamica treningului cu hipoxie normobarică și argumentarea unui concept nou, conform căruia efectul sanogen al metodei se datorează sincronității inițiale în funcționarea sistemelor cardiovascular și respirator.

**Valoarea aplicativă a lucrării** este determinată de prognozarea vectorului acțiunii hipoxiei normobarice asupra sistemului cardiorespirator și a microcirculației sanguine și identificarea markerilor sanogenității regimului treningului hipoxic. Rezultatele obținute vor sta la baza elaborării algoritmului treningului hipoxic normobaric în scopul formării și menținerii nivelului sanogen al sistemului cardiorespirator.

**Implementarea rezultatelor.** Rezultatele obținute sunt implementate în procesul didactic în cadrul Universității de Stat din Moldova și a Universității Academiei de Științe a Moldovei.

## АННОТАЦИЯ

Каратерзи Галина, «Влияние нормобарической гипоксии на кардиореспираторную систему и использование его результатов в санокреатологии». Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук, Кишинев, 2015.

**Структура диссертации:** введение, 5 глав, общие выводы и рекомендации, 135 страниц основного текста, 258 библиографических источника, 23 рисунка и 21 таблица. Результаты опубликованы в 15 научных работах.

**Ключевые слова:** санокреатология, нормобарическая гипоксическая тренировка, функциональные возможности, сердечнососудистая система, респираторная система, микроциркуляция. **Область исследования:** физиология человека и санокреатология дыхательной и сердечнососудистой системы.

**Цель исследования.** Изучить влияние нормобарической гипоксии на функции дыхательной и сердечнососудистой систем и возможность её использования в санокреатологии.

**Задачи исследования:** 1) изучить вектор изменения функции сердечнососудистой системы в условиях нормобарической гипоксической стимуляции; 2) исследовать динамику модификации функционального состояния дыхательной системы под влиянием нормобарической гипоксии; 3) установить особенности изменения функционирования микроциркуляторного русла под влиянием нормобарического гипоксического тренинга; 4) определить возможность и условия применения нормобарической гипоксии в санокреатологии для целенаправленного повышения и поддержания здоровья кардиореспираторной системы.

**Научная новизна и оригинальность.** Впервые с позиции санокреатологии было проведено комплексное научное исследование по выявлению последствий влияния нормобарической гипоксии на функцию кардиореспираторной системы, позволившее установить, что 10-дневная нормобарическая гипоксическая тренировка у здоровых людей оказывает разнонаправленное влияние на уровень её активности, и что метод может быть использован в целях санокреатологии лишь в случае, если имеет место скоординированность функций сердечнососудистой и дыхательной систем.

**Решенная научная проблема** состоит в выяснении, с позиции санокреатологии, последствий влияния нормобарической гипоксии на кардиореспираторную систему на основании исследований динамики физической работоспособности, аэробной производительности, показателей кровообращения, показателей электрической стабильности сердца, синхронности модификации респираторной и сердечнососудистой систем и модуляции кровотока, позволивших выявить основные закономерности индивидуальных и групповых адаптивных перестроек кардиореспираторной системы и микроциркуляторного русла в различные временные периоды гипоксической тренировки, на базе чего была научно обоснована возможность и условия применения метода нормобарической гипоксии в санокреатологии.

**Теоретическая значимость** заключается в установлении закономерностей изменения функции кардиореспираторной системы и микроциркуляторного русла в динамике нормобарической гипоксической тренировки и в обосновании новой концепции, согласно которой её саногенный эффект проявляется за счет исходной синхронности в функционировании сердечнососудистой и дыхательной систем.

**Практическая значимость работы** состоит в прогнозировании направленности вектора влияния нормобарической гипоксии на кардиореспираторную систему и микроциркуляторное русло, а также в установлении маркеров саногенности режима гипоксического тренинга. Полученные данные будут служить основой для разработки алгоритма нормобарической гипоксической тренировки для целенаправленного формирования и поддержания саногенного уровня кардиореспираторной системы.

**Внедрение полученных данных.** Полученные данные внедрены в учебный процесс Молдавского Государственного Университета и Университета Академии Наук Молдовы.

## ANNOTATION

Galina Caraterzi, „Normobaric hypoxia impact on the cardiorespiratory system and the use of its effects in sanocreatology”. Thesis for the degree of Doctor of Biological Sciences, Chisinau, 2015.

**Structure of the thesis:** introduction, 5 chapters, conclusions and recommendations, 258 references, 23 figures and 21 tables, 135 pages of basic text. The results have been published in 15 scientific works.

**Key words:** sanocreatology, normobaric hypoxic exercise, functional possibilities, the cardiovascular system, the respiratory system, microcirculation.

**Research domain:** human physiology and sanocreatology of the respiratory and the cardiovascular systems.

**Aim of the research** is to study normobaric hypoxia impact on the functions of the respiratory and the cardiovascular systems and the possibility of the use of its effects in sanocreatology.

**Tasks of the research:** 1. to study vector of the cardiovascular system's function change in the conditions of normobaric hypoxia; 2. to study dynamics of the respiratory system's functional state modification under the influence of normobaric hypoxia; 3. to establish peculiarities of microcirculation functioning change during normobaric hypoxic training; 4. to determine potentialities and conditions of normobaric hypoxia application in sanocreatology for the strengthening and the maintenance of the cardiorespiratory system's health.

**Scientific novelty and originality.** For the first time, from the position of sanocreatology, a complex research aimed to reveal consequences of normobaric hypoxia impact on the function of the cardiorespiratory system which has enabled to establish that a 10-day normobaric hypoxic training of healthy humans renders a different-type influence on the level of this system's activity, and that the method can be used in sanocreatology only if coordination of the cardiovascular and the respiratory systems' functions manifests itself, has been carried out.

**The important scientific problem solved** is in the elucidation from the position of sanocreatology of consequences of normobaric hypoxia impact on the cardiorespiratory system on the basis of the investigation of the dynamics of physical ability, aerobic performance, of the blood circulation indices, the indices of heart electrical stability as well as those of synchronicity of modification of the respiratory and the cardiovascular systems' functions and blood flow modulation which has enabled to elicit individual and group principal regularities of adaptive reorganizations of the cardiorespiratory system, the microcirculatory channel in different time periods of hypoxic training relying on which the possibility and the conditions of application of normobaric hypoxia in sanocreatology has been grounded.

**Theoretical importance** consists in establishing of the regularities of the cardiorespiratory system's and the microcirculatory channel's function change in the dynamics of normobaric hypoxic training and in grounding of a new conception according to which the method's sanogenic effect is due to an initial synchronism in functioning of the cardiovascular and the respiratory systems.

**Practical importance of the work** consists in forecasting of normobaric hypoxia influence vector upon the cardiorespiratory system and the microcirculatory channel as well as in establishing of hypoxic training regimen sanogenicity markers. The obtained data will be used as a basis for elaboration of normobaric hypoxic training algorithm for the purposeful formation and the maintenance of the cardiorespiratory system's sanogenic level.

**Implementation of the obtained data:** The obtained data are implemented in the teaching process in the State University of Moldova and in the University of the Academy of Sciences of Moldova.

**КАРАТЕРЗИ ГАЛИНА**

**ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА  
КАРДИОРЕСПИРАТОРНУЮ СИСТЕМУ И  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ  
В САНОКРЕАТОЛОГИИ**

**161.04 – САНОКРЕАТОЛОГИЯ**

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

---

Aprobat spre tipar: 04.06.2015  
Hârtie ofset. Tipar ofset.  
Coli de tipar: 2

Formatul hârtiei 60x84 1/16  
Tiraj 20 ex.  
Comanda nr.

---

СЕР USM  
str. A. Mateevici, 60