

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК БЕЛАРУСИ»

УДК 612.127.2:577.352.38:577.125.33]:612.59

**ЖАДЬКО**  
Дмитрий Дмитриевич

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ  
НА МЕХАНИЗМЫ ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА КРОВЬЮ И ЕЕ  
ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНЫЙ БАЛАНС  
У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ  
ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

по специальности 03.03.01 – физиология

**Минск, 2013**

Работа выполнена в УО «Гродненский государственный медицинский университет»

Научный  
руководитель

**Зинчук Виктор Владимирович**

доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной работе УО «Гродненский государственный медицинский университет»

Официальные  
оппоненты:

**Солтанов Владимир Всеволодович**

доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, главный научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси»

**Лобанок Леонид Михайлович**

доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, профессор кафедры нормальной физиологии УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Оппонирующая  
организация

УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

Защита состоится «21» июня 2013 года в 14:00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.36.01 при ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси» (220072, г. Минск, ул. Академическая 28, тел. 284-18-47, факс: 284-16-30, e-mail: rubakhova@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси».

Автореферат разослан «21» мая 2013 года.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
доцент

В.М. Рубахова

Исследование эффектов высокой температуры внешней среды представляет как теоретический, так и практический интерес в связи с тем, что регулярное дозированное тепловое воздействие оказывает положительное влияние на состояние органов и систем организма, в частности на физическую работоспособность [Kukkonen-Harjula K., Kauppinen K., 2006; Crinnion W.J., 2007; Livingston R., 2010; Gayda M. et al, 2012]. Вместе с тем при несоблюдении температурного режима данных воздействий метаболические и функциональные изменения со стороны терморегуляторных и жизнеобеспечивающих структур могут выходить за пределы физиологического диапазона, оказывая значительную нагрузку на организм, прежде всего на сердечно-сосудистую, дыхательную и нервную системы [Золотухина Е.И., Улащик В.С., 2008; Персиянова-Дуброва А.Л. и др., 2010].

В основе положительных эффектов систематических тепловых воздействий лежат процессы адаптации к периодическому действию теплового фактора [Sawka M.N., et al., 2002; Агаджанян Н.А. и др., 2006]. Важную роль в приспособлении организма к изменяющимся условиям среды играют процессы транспорта кислорода кровью и, в частности, сродство гемоглобина к кислороду, прежде всего в связи с тем, что данный параметр в значительной степени определяет поток кислорода в ткани [Samaja et al., 2003; Weber R.E., Campbell K.L., 2011], а также участвует в формировании прооксидантно-антиоксидантного баланса [Зинчук В.В., 2012]. Однако состояние механизмов транспорта кислорода кровью, сродство гемоглобина к кислороду, процессы перекисного окисления липидов и состояние антиоксидантной системы в организме человека при систематическом действии высокой температуры внешней среды исследованы недостаточно полно и требуют дальнейшего изучения.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с крупными научными программами и темами**

Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы кафедры нормальной физиологии и научно-исследовательской части УО «Гродненский государственный медицинский университет» «Оценка адаптационного потенциала организма в условиях действия различных стресс-инициирующих факторов» (№ государственной регистрации 20121942, сроки выполнения 2012-2016).

Направление исследования соответствует перечню приоритетных государственных и прикладных научных исследований на 2006-2010 гг., утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.05.2005 № 512 (подпункт 4.3 «Механизмы адаптации организма человека к

действию факторов окружающей среды, в том числе воздействия ионизирующего излучения»), а также перечню приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2011-2015 гг., утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 апреля 2010 г. № 585 (подпункт 4.1 «Самоорганизация живых систем, закономерности течения патологических процессов, коррекция жизненно важных функций»).

### **Цель и задачи исследования**

*Цель исследования* – на основе анализа состояния механизмов транспорта кислорода кровью и ее прооксидантно-антиоксидантного баланса при систематическом дозированном тепловом воздействии обосновать их вклад в повышение общей физической работоспособности.

*Задачи исследования:*

1. Оценить состояние сердечно-сосудистой системы, общую физическую работоспособность у здоровых лиц мужского пола с различным уровнем физической активности при проведении тепловых воздействий.

2. Изучить состояние механизмов транспорта кислорода кровью (средство гемоглобина к кислороду, напряжение и содержание кислорода в крови, насыщение крови кислородом, напряжение углекислого газа, рН) у молодых мужчин с минимальным рекомендуемым уровнем физической активности при действии высокой температуры внешней среды.

3. Определить изменения прооксидантно-антиоксидантного баланса (уровень диеновых конъюгатов, содержание малонового диальдегида, оснований Шиффа, концентрация  $\alpha$ -токоферола, активность каталазы, уровень общих нитритов) при проведении термопроцедур у здоровых лиц мужского пола с низкой повседневной физической нагрузкой.

4. Выявить характер изменения основных параметров кислородтранспортной функции крови в условиях действия теплового фактора у здоровых мужчин с высоким уровнем физической активности.

5. Исследовать изменения активности процессов перекисного окисления липидов и состояния антиоксидантной защиты в организме лиц мужского пола с высокой повседневной физической нагрузкой при тепловых воздействиях.

6. Оценить вклад кислородсвязывающих свойств крови и свободнорадикальных процессов в повышение общей физической работоспособности у лиц мужского пола с различным уровнем физической активности при систематическом действии высокой температуры внешней среды.

### **Объект и предмет исследования**

*Объект исследования:* здоровые лица мужского пола, сердечно-сосудистая система, венозная кровь (эритроцитарная масса, плазма).

*Предмет исследования:* общая физическая работоспособность, кислородтранспортная функция крови, процессы перекисного окисления липидов, факторы антиоксидантной защиты, содержание нитратов/нитритов.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Действие теплового фактора (температура 85-90°C, относительная влажность 10-15% однократно и в течение 20 процедур) у здоровых лиц с различным уровнем физической активности приводит к изменениям кислородтранспортной функции крови, проявляющимся развитием респираторного алкалоза, ростом  $pO_2$ ,  $SO_2$  венозной крови, уменьшением сродства гемоглобина к кислороду как при реальных, так и при стандартных значениях  $pH$ ,  $pCO_2$  и температуры, что, в совокупности, направлено на увеличение потока кислорода в ткани.

2. Однократный тепловой сеанс у молодых мужчин обуславливает увеличение активности свободнорадикальных процессов (рост содержания диеновых конъюгатов, малонового диальдегида, оснований Шиффа), снижение антиоксидантной защиты (уменьшение активности каталазы, уровня  $\alpha$ -токоферола), повышение содержания общих нитритов, что отражает развитие окислительного стресса. При систематическом проведении термопроцедур у лиц с минимальным рекомендуемым уровнем повседневных физических нагрузок проявления окислительного стресса снижаются, а при высоком уровне физической активности возникновения прооксидантно-антиоксидантного дисбаланса не отмечается.

3. Повышение общей физической работоспособности при регулярном применении дозированной контролируемой тепловой нагрузки в значительной степени обусловлено изменениями кислородзависимых процессов в организме, в частности, механизмов транспорта кислорода кровью (уменьшение сродства гемоглобина к кислороду, рост насыщения крови кислородом), прооксидантно-антиоксидантного баланса (снижение проявления окислительного стресса).

### **Личный вклад соискателя**

Автором совместно с научным руководителем сформулированы цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту, разработана адекватная модель эксперимента. Лично соискателем проведен анализ научной литературы, поставлены эксперименты, выполнены статистическая обработка результатов, а также их изложение в виде научных работ и всех разделов диссертации. Исследования проведены на базе кафедры нормальной физиологии с оказанием технической помощи ведущего научного сотрудника, кандидата биологических наук И.Э. Гуляй.



### **Апробация результатов диссертации**

Основные положения работы представлены в виде докладов и обсуждены на следующих конференциях: научно-практических конференциях студентов и молодых ученых ГрГМУ, посвященных памяти Н.И. Аринчина, И.П. Протасевича, М.П. Шейбака, Д.А. Маслакова (Гродно, 2009, 2010, 2011, 2012), II International conference «Correction and compensation of physical development disorders in children and youth» (Biała Podlaska, 2009), конференции, посвященной 60-летию ГУ «Областной диспансер спортивной медицины» «Актуальные проблемы спортивной медицины и реабилитации» (Гродно, 2010), VI Национальной научно-практической конференции с международным участием «Активные формы кислорода, оксид азота, антиоксиданты и здоровье человека» (Смоленск, 2011), Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты воспаления» (Минск, 2011), конференции «Analytical methods to study oxidative damage, antioxidants and drugs» (Bialystok, 2011), ежегодной научной конференции «Актуальные проблемы медицины» (Гродно, 2011), V Всероссийской школе-конференции «Физиология кровообращения» с международным участием (Москва, 2012), «7<sup>th</sup> Bialystok International Medical Congress for Young Scientists» (Bialystok, 2012), Республиканской научно-практической конференции «Кислород и свободные радикалы» (Гродно, 2012), VII Международной научно-практической конференции «Дисфункция эндотелия: экспериментальные и клинические исследования» (Витебск, 2012), Международной конференции «Фундаментальные науки и современная медицина» (Минск, 2012).

### **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликованы 23 печатные работы (5 статей в рецензируемых научных изданиях, 11 публикаций в сборниках научных статей, 7 тезисов на съездах, симпозиумах и конференциях). Без соавторов опубликованы 3 научные работы, в 10 публикациях соискатель является первым автором.

Объем научных статей, изданных в рецензируемых научных изданиях, составляет 2,0 авторских листа, в других публикациях – 2,3 авторских листа. Общий объем опубликованных материалов по теме диссертации составляет 4,3 авторских листа, из них соискателю принадлежит 2,9.

### **Структура и объем диссертации**

Работа изложена на 133 страницах (основной текст 94 страницы), содержит 15 таблиц, 18 рисунков. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, обзора литературы, материалов и методов исследования, 3 глав собственных исследований, анализа и обобщения

результатов, заключения, практических рекомендаций, списка использованных источников (103 – русскоязычных, 232 – иностранных), списка опубликованных работ соискателя.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

### Материал и методы исследования

Экспериментальная часть работы проведена при участии добровольцев мужского пола ( $n=59$ ). Отбор испытуемых проходил с учетом возраста, состояния здоровья и физической активности (ФА). Средний возраст участников исследования составил  $20,7 \pm 2,4$  года. Экспериментальные группы формировали с учетом уровня ФА: 1 группа – лица с минимальным рекомендуемым уровнем ФА (студенты, получающие физическую нагрузку умеренной интенсивности общей продолжительностью 200-300 минут в неделю); 2 группа – лица с высоким уровнем ФА (спортсмены, имеющие высокую спортивную квалификацию: 1 разряд – мастер спорта (греко-римская, вольная борьба, дзюдо, самбо), получающие физическую нагрузку высокой интенсивности общей продолжительностью 675-1350 минут в неделю).

Все манипуляции на испытуемых выполнялись с разрешения комитета по биомедицинской этике Гродненского государственного медицинского университета (протокол № 1 от 20.01.2010). Добровольность участия подтверждалась письменным информированным согласием.

В качестве дозированного теплового воздействия проводили сеанс в термокамере, включающий две экспозиции по 5 и 10 минут при температуре  $85-90^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности 10-15%. Интервал между экспозициями – 5 минут при температуре  $21-23^{\circ}\text{C}$ . Курс тепловых воздействий составил 20 процедур с интервалом 1 раз в неделю (общая продолжительность экспериментальной части исследования – 5 месяцев).

Температуру тела испытуемых измеряли в подмышечной зоне слева электротермометром МТ 1831 фирмы «Microlife», массу тела – на электронных весах HF 351/00 «Philips». Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое ( $P_c$ ) и диастолическое ( $P_d$ ) артериальное давление. Рассчитывали пульсовое давление ( $P_n$ ) по формуле  $P_n = P_c - P_d$ , среднее давление ( $P_{cp}$ ) по формуле  $P_{cp} = P_d + 0,42 \times P_n$ , минутный объем кровообращения (МОК) по формуле  $\text{МОК} = ((P_c - P_d) \times 160 / (P_d + 1/3 \times (P_c - P_d))) \times \text{ЧСС}$  непрямым способом Лилье-Штрандера и Цандера [Вейн А.М., 2000]. Ударный объем вычисляли по формуле  $\text{МОК} / \text{ЧСС}$ , сердечный индекс – как соотношение  $\text{МОК} / \text{площадь тела}$ . Общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) вычисляли по формуле  $(P_{cp} \times 1333 \times 60) / \text{МОК}$ , показатель кровоснабжения тканей – как  $\text{МОК} / \text{масса тела}$ . Рассчитывали индекс Кердо  $= (1 - P_d / \text{ЧСС}) \times 100$  [Kérdö I., 1966], а также индекс

Робинсона= $(P_c \times ЧСС)/100$ . Проводили пробу Штанге путем задержки дыхания на вдохе. Оценку психоэмоционального состояния испытуемых до и после процедуры осуществляли по методике САН (самочувствие, активность, настроение) [Доскин В.А., 1973].

Общую физическую работоспособность определяли по тесту  $PWC_{170}$ , физическую работоспособность с учетом массы тела оценивали как  $PWC_{170}/\text{масса тела}$ , максимальное потребление кислорода (МПК) рассчитывали используя формулу:  $МПК=1,7 \times PWC_{170}+1240$  [Карпман В.Л. и др., 1988]. Исследование уровня физического состояния (УФС) организма проводили по методике Е.А. Пироговой [1985].

На газоанализаторе «Synthesis-15» (Instrumentation Laboratory) определяли напряжение кислорода ( $pO_2$ ) и углекислого газа ( $pCO_2$ ), насыщение крови кислородом ( $SO_2$ ), содержание кислорода ( $C_{VO_2}$ ) и pH. Измеряли также содержание бикарбоната плазмы ( $HCO_3^-$ ), общий углекислый газ плазмы ( $TCO_2$ ), действительный избыток/недостаток оснований (ABE), стандартный избыток/недостаток оснований (SBE), стандартный бикарбонат (SBC).

Сродство гемоглобина к кислороду (СГК) оценивали по показателю  $p50$  ( $pO_2$ , соответствующее 50% насыщению гемоглобина кислородом), определяемому спектрофотометрически в стандартных условиях ( $pH=7,4$ ,  $pCO_2=40$  мм рт. ст., температура =  $37^\circ C$  ( $p50_{\text{станд}}$ )). Полученные значения  $p50$  приводили к реальным значениям pH,  $pCO_2$  и температуры по уравнению J.W. Severinghaus [1966].

Уровень диеновых конъюгатов устанавливали по интенсивности поглощения липидным экстрактом монохроматического светового потока в области спектра 232-234 нм на спектрофотометре «СФ-46» [Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И., 1983]. Содержание малонового диальдегида измеряли спектрофотометрически по насыщенности окраски триметинового комплекса розового цвета на спектрофотометре «Solar» PV1251C при длине волны 535 нм [Камышников В.С., 2002; Bartosz G., 2003]. Основания Шиффа определяли по интенсивности флуоресценции хлороформного экстракта на спектрофлуориметре «Hitachi» F-4010 (при длине волн возбуждения и эмиссии 340 и 440 нм, соответственно) [Fletcher B.L. et al., 1973]. Концентрацию  $\alpha$ -токоферола устанавливали по интенсивности флуоресценции гептанового экстракта при длине волны возбуждения 286 нм и эмиссии 330 нм на спектрофлуориметре «Hitachi» F-4010 [Taylor S.L., 1976]. Активность каталазы оценивали спектрофотометрически по способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойко окрашенный комплекс при длине волны 410 нм на спектрофотометре «Solar» PV1251C [Королюк М. и др., 1988]. Уровень общих нитритов в плазме определяли при длине волны 540 нм с реактивом Грисса на спектрофотометре «Solar» PV1251C [Bryan N.S., Grisham M.B., 2007].



Статистическую обработку результатов проводили с применением программного обеспечения «Statistica 5.5». Нормальность распределения количественных признаков оценивали по критерию Шапиро-Уилка. Данные, имеющие нормальное распределение, представлены в виде: среднее значение  $\pm$  среднее квадратическое отклонение, при этом для определения статистической значимости различий использовали t-критерий для зависимых выборок. Данные, имеющие распределение, отличающееся от нормального, представлены в виде: медиана (25 перцентиль–75 перцентиль). В этом случае для определения статистической значимости различий использовали критерий парных сравнений Вилкоксона.

### **Влияние дозированных тепловых воздействий на состояние сердечно-сосудистой системы и физическую работоспособность лиц с различным уровнем физической активности**

У испытуемых с минимальным рекомендуемым уровнем ФА после первой термопроцедуры температура тела повышается до 38,8 (38,5-39,5)°С, после заключительной – до 38,7 (38,6-38,9)°С. В результате значительного увеличения потоотделения происходит снижение массы тела на 0,996% ( $p < 0,001$ ) после первого теплового сеанса и на 0,66% ( $p < 0,001$ ) – после заключительного. После первой тепловой нагрузки ЧСС повышается на 82,1% ( $p < 0,001$ ). В опыте  $P_c$  существенно не изменяется,  $P_d$  снижается с 90 (80-95) до 55 (50-60) мм рт.ст.,  $P_n$  при этом увеличивается на 75,0% ( $p < 0,001$ ), а  $P_{cp}$  снижается на 21,7% ( $p < 0,001$ ). Повышается МОК с 5,1 (4,2-5,9) до 20,7 (16,5-22,1) л/мин. Ударный объем возрастает с 61,9 (53,3-68,6) до 150,0 (112,3-156,0) мл, сердечный индекс – с 2,6 (2,1-2,9) до 10,4 (8,3-11,7) л/мин/м<sup>2</sup>. Уменьшается ОПСС на 89,8% ( $p < 0,001$ ), а кровоснабжение тканей увеличивается на 328,0% ( $p < 0,001$ ). Значение индекса Кердо после тепловой экспозиции возрастает, что свидетельствует о преобладании симпатических влияний. Индекс Робинсона повышается на 69,2% ( $p < 0,001$ ), а время задержки дыхания при осуществлении пробы Штанге снижается на 20,3% ( $p < 0,001$ ).

Эффект заключительного жаровоздушного сеанса проявляется ростом ЧСС на 63,2% ( $p < 0,001$ ), снижением  $P_d$  с 90 (80-94) до 60 (55-70) мм рт.ст., возрастанием  $P_n$  на 46,3% ( $p < 0,002$ ) при снижении  $P_{cp}$  на 17 %. Увеличивается МОК с 5,6 (4,4-6,1) до 16,8 (10,3-21,9) л/мин, ударный объем – с 68,6 (61,9-80,0) до 137,1 (92,3-163,2) мл, сердечный индекс – с 2,5 (2,2-3,3) до 8,7 (5,3-10,9) л/мин/м<sup>2</sup>. Снижается ОПСС на 74,0% ( $p < 0,001$ ), возрастает кровоснабжение тканей на 243,5%. Рост индекса Кердо после теплового воздействия отражает активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы. Значение индекса Робинсона на заключительном сеансе увеличивается на 60,7% ( $p < 0,001$ ), в то время как продолжительность задержки

дыхания при осуществлении пробы Штанге снижается на 20,6% ( $p < 0,001$ ). Как после первого, так и после заключительного теплового сеанса без существенных изменений общего самочувствия отмечается снижение активности при повышении настроения.

Физическая работоспособность после 20 тепловых сеансов увеличивается с 1429 (1170-1530) до 1549 (1418-1830) кг×м/мин ( $p < 0,001$ ), относительная физическая работоспособность повышается с 18,95 (17,02-21,46) до 21,34 (19,44-22,86) кг×м/мин/кг. Максимальное потребление кислорода увеличивается на 5,6% ( $p < 0,001$ ), УФС – на 8,2% ( $p < 0,012$ ).

В группе испытуемых с высоким уровнем ФА после первого сеанса температура тела возрастает до 39,0 (38,9-39,2)°С, после заключительного – до 38,6 (38,4-38,8)°С, масса тела снижается на 0,99% ( $p < 0,001$ ) при первом посещении и на 0,62% ( $p < 0,001$ ) – при заключительном. На первой процедуре наблюдается рост ЧСС на 71,4% ( $p < 0,002$ ), снижение  $P_d$  с 90 (82,5-90) до 60 (50-67,5) мм рт.ст. Показатель  $P_n$  увеличивается на 95,0% ( $p < 0,007$ ), а  $P_{cp}$  уменьшается на 15,5% ( $p < 0,005$ ). Возрастает МОК с 4,34 (4,06-5,36) до 16,19 (15,22-19,89) л/мин, ударный объем – с 61,94 (55,78-73,50) до 139,2 (105,0-167,0) мл, сердечный индекс – с 2,2 (2,0-2,7) до 8,3 (8,0-9,4) л/мин/м<sup>2</sup>. Отмечается снижение ОПСС на 77,5% ( $p < 0,002$ ), увеличение кровоснабжения тканей на 291,2% ( $p < 0,002$ ). Индекс Кердо после тепловой экспозиции повышается, что указывает на превалирование симпатических влияний. Наблюдается увеличение индекса Робинсона на 78,6% ( $p < 0,002$ ) на фоне снижения времени задержки дыхания при осуществлении пробы Штанге на 34,2% ( $p < 0,002$ ).

После заключительного теплового сеанса ЧСС увеличивается на 59,0% ( $p < 0,002$ ),  $P_d$  снижается с  $83 \pm 6,5$  до  $59 \pm 9,7$  мм рт.ст. ( $p < 0,001$ ), что определяет рост  $P_n$  до на 39,5% ( $p < 0,013$ ), снижение  $P_{cp}$  на 12,9% ( $p < 0,004$ ). Происходит рост МОК с 5,88 (5,02-6,87) до 17,87 (13,51-19,23) л/мин, ударного объема – с 71,8 (65,3-79,3) до 130,6 (98,3-145,8) мл, сердечного индекса – с 3,0 (2,5-3,5) до 9,1 (9,7-9,5) л/мин/м<sup>2</sup>. Установлено снижение ОПСС на 69,7% ( $p < 0,002$ ), повышение кровоснабжения тканей на 182,5% ( $p < 0,002$ ). Судя по росту значений индекса Кердо, значительно увеличивается активность симпатической нервной системы. Индекс Робинсона повышается на 50,9% ( $p < 0,002$ ), а время задержки дыхания на вдохе снижается после процедуры на 28,2% ( $p < 0,003$ ). После первого сеанса установлено снижение активности, а повышение настроения отмечается как в начале, так и в конце курса.

Физическая работоспособность после 20 термопроцедур повышается с 1830 (1684-1866) до 2131 (1933-2336) кг×м/мин ( $p < 0,006$ ), относительная физическая работоспособность – с 21,87 (20,32-22,95) до 27,07 (24,05-29,77) кг×м/мин/кг, МПК – на 11,8% ( $p < 0,006$ ), УФС – на 20,3% ( $p < 0,002$ ).

## Эффект высокой температуры внешней среды на механизмы транспорта кислорода кровью и ее прооксидантно-антиоксидантный баланс у лиц с минимальным рекомендуемым уровнем физической активности

При действии теплового фактора на первом сеансе кислотно-основное состояние крови характеризуется увеличением pH на 1,2% ( $p < 0,001$ ). Отмечается уменьшение  $pCO_2$  на 26,7% ( $p < 0,001$ ), концентрации общей углекислоты – на 13,3% ( $p < 0,001$ ), концентрации гидрокарбоната – на 11,6% ( $p < 0,001$ ), реального избытка буферных оснований – на 18,3% ( $p < 0,003$ ) и стандартного избытка буферных оснований – на 42,5% ( $p < 0,001$ ). Повышается  $SvO_2$  на 133,7% ( $p < 0,001$ ),  $pO_2$  – на 132,1% ( $p < 0,001$ ). Насыщение крови кислородом возрастает с 47,10 (41,05-61,00) до 94,50 (92,55-95,55)%. Величина  $p50$  при стандартных значениях pH,  $pCO_2$  и температуры увеличивается с 26,44 (26,03-27,51) до 27,96 (27,70-28,77) мм рт.ст., что характеризует снижение сродства гемоглобина к кислороду. В реальных условиях данный показатель повышается с 26,60 (25,95-27,24) до 29,68 (28,96-30,65) мм рт.ст., что отражает смещение кривой диссоциации оксигемоглобина вправо (рисунок) и улучшение условий для отдачи кислорода тканям на уровне капилляров большого круга кровообращения.

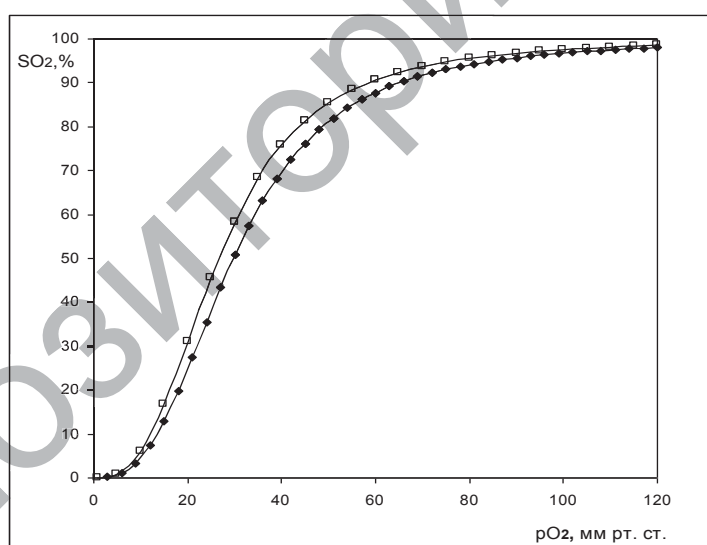


Рисунок – Положение кривой диссоциации оксигемоглобина у лиц с минимальным рекомендуемым уровнем физической активности до (□) и после (◆) тепловой нагрузки при реальных pH,  $pCO_2$  и температуре

В конце курса термопроцедур наблюдается менее выраженный характер изменения параметров кислотно-основного состояния и кислородтранспортной функции крови. Так, после заключительной процедуры происходит рост pH на 1,1% ( $p < 0,005$ ) при снижении  $pCO_2$  на 24,5% ( $p < 0,010$ ), концентрации общей углекислоты – на 11,1% ( $p < 0,011$ ) и гидрокарбоната – на 10,03% ( $p < 0,013$ ).

Со стороны кислородтранспортной функции крови отмечен рост  $SvO_2$  на 81,1% ( $p < 0,003$ ),  $pO_2$  на 75,9% ( $p < 0,004$ ). Увеличивается  $SO_2$  с 49,00 (43,60-69,20) до 87,90 (66,40-90,60)%. Величина  $p50_{\text{станд}}$  после заключительной термопроцедуры возрастает с 27,10 (26,76-28,30) до 28,37 (27,33-29,28) мм рт.ст.,  $p50_{\text{реал}}$  – с 27,20 (26,80-28,28) до 30,57 (30,03-31,15) мм рт.ст.

Изучение влияния высокой температуры внешней среды на прооксидантно-антиоксидантный баланс у здоровых лиц с минимальным рекомендуемым уровнем ФА показало, что острый тепловой сеанс обуславливает резкий рост свободнорадикальных процессов при одновременном снижении активности антиоксидантной системы. Так, у испытуемых в плазме крови происходит увеличение уровня первичных продуктов перекисного окисления липидов (диеновые конъюгаты) на 33,3% ( $p < 0,016$ ), промежуточных (малоновый диальдегид) – на 48,4% ( $p < 0,028$ ), конечных (основания Шиффа) – на 38,7% ( $p < 0,039$ ). В эритроцитах после тепловой нагрузки также происходит рост активности свободнорадикальных реакций: возрастает содержание диеновых конъюгатов на 26,3%, ( $p < 0,002$ ), малонового диальдегида – на 30,5% ( $p < 0,002$ ) и оснований Шиффа – на 55,1% ( $p < 0,001$ ). Увеличение активности процессов перекисного окисления липидов в условиях высокой температуры среды сопровождается снижением уровня  $\alpha$ -токоферола в плазме с 27,28 (26,66-29,34) до 25,15 (20,69-26,67) мкмоль/л и активности каталазы в эритроцитах – с 6,58 (6,12-7,26) до 5,60 (5,47-5,91)  $H_2O_2/\text{мин}/г\text{Нв}$ . Уровень метаболитов оксида азота – общих нитритов в плазме – после процедуры в начале курса повышается с 11,36 (10,00-12,18) до 13,64 (12,36-15,18) мкмоль/л.

После проведения курса тепловых воздействий на заключительном сеансе значимо возрастает уровень малонового диальдегида в эритроцитах на 6,9% ( $p < 0,05$ ) и концентрация оснований Шиффа в плазме на 92,9% ( $p < 0,05$ ). Со стороны факторов антиоксидантной защиты происходит уменьшение активности каталазы в эритроцитах с 6,86 (5,58-7,33) до 6,23 (4,68-6,70)  $H_2O_2/\text{мин}/г\text{Нв}$ . Также наблюдается рост содержания нитратов/нитритов с  $12,09 \pm 1,12$  до  $14,16 \pm 0,93$  мкмоль/л.

Таким образом, тепловое воздействие у здоровых лиц с минимальным рекомендуемым уровнем ФА приводит к изменению кислотно-основного состояния и кислородтранспортной функции крови, проявляющемуся развитием респираторного алкалоза, увеличением  $pO_2$ ,  $SO_2$ , уменьшением СГК. Однократный тепловой сеанс обуславливает развитие окислительного стресса (усиление свободнорадикальных процессов, снижение антиоксидантной защиты), проявление которого снижается после проведения курса теплового воздействия.



## **Механизмы транспорта кислорода кровью и ее прооксидантно-антиоксидантный баланс у лиц с высоким уровнем физической активности в условиях действия теплового фактора**

Состояние механизмов транспорта кислорода кровью у здоровых лиц с высоким уровнем ФА после однократной тепловой процедуры характеризуется увеличением рН на 0,8% ( $p < 0,001$ ). Отмечается уменьшение  $p\text{CO}_2$  на 22,2% ( $p < 0,001$ ),  $\text{TCO}_2$  – на 6,5% ( $p < 0,003$ ), концентрации гидрокарбоната – на 6,01% ( $p < 0,005$ ), стандартного избытка буферных оснований – на 20,3% ( $p < 0,039$ ). Наблюдается повышение  $\text{CvO}_2$  на 53,3% ( $p < 0,001$ ),  $p\text{O}_2$  – на 42,6% ( $p < 0,002$ ). Возрастает  $\text{SO}_2$  с 47,45 (36,40-52,55) до 70,90 (60,50-85,05) %. Действие высокой температуры внешней среды обуславливает снижение СГК:  $p50$  в стандартных условиях возрастает с 26,20 (25,17-26,90) до 27,09 (26,58-27,55) мм рт.ст. Значение  $p50$  при реальных рН,  $p\text{CO}_2$  и температуре увеличивается с 27,29 (26,16-28,42) до 30,29 (28,59-30,83), что характеризует сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо.

Эффект теплового фактора на состояние кислородтранспортной функции крови на заключительном сеансе проявляется ростом рН на 0,7% ( $p < 0,006$ ), снижением  $p\text{CO}_2$  на 17,4% ( $p < 0,005$ ), концентрации общей углекислоты – на 8,2% ( $p < 0,011$ ), уровня гидрокарбоната – на 7,3% ( $p < 0,015$ ). Показатель  $\text{CvO}_2$  повышается на 60,0% ( $p < 0,041$ ),  $p\text{O}_2$  – на 34,6% ( $p < 0,041$ ). Наблюдается увеличение  $\text{SO}_2$  с 45,35 (39,15-53,00) до 64,25 (47,35-75,90) %. Со стороны кислородсвязывающих свойств крови выявлено снижение СГК: величина  $p50_{\text{станд}}$  возрастает с 26,30 (26,02-27,05) до 27,56 (26,40-28,86) мм рт.ст.,  $p50_{\text{реал}}$  – с 26,67 (26,17-26,92) до 29,49 (28,85-30,21) мм рт.ст.

Состояние свободнорадикальных процессов в плазме крови и эритроцитах после разового теплового сеанса у лиц с высоким уровнем ФА (таблица) свидетельствует об увеличении концентрации диеновых конъюгатов в плазме на 37,5% ( $p < 0,003$ ), в эритроцитах – на 13,8% ( $p < 0,003$ ). Повышается также содержание оснований Шиффа в плазме на 7,1% ( $p < 0,033$ ), в эритроцитах – на 2,6% ( $p < 0,021$ ). Антиоксидантная система при этом характеризуется снижением уровня  $\alpha$ -токоферола в плазме на 10,4% ( $p < 0,015$ ) и активности каталазы в эритроцитах на 7,4% ( $p < 0,019$ ). На заключительном сеансе у лиц с высоким уровнем ФА значимых изменений прооксидантно-антиоксидантного баланса не наблюдается.

Уровень нитратов/нитритов в плазме после первой процедуры в данной группе испытуемых повышается с 10,70 (9,60-12,40) до 13,50 (12,00-15,00) мкмоль/л, что характеризует рост продукции монооксида азота при остром тепловом воздействии. На заключительной процедуре также происходит увеличение содержания общих нитритов с 11,00 (10,50-12,50) до 13,80 (12,20-14,70) мкмоль/л.



Таким образом, у лиц с высоким уровнем ФА в условиях действия теплового фактора имеет место повышение концентрации и напряжения кислорода, а также рост насыщения гемоглобина  $O_2$  в венозной крови. Наблюдаемое увеличение  $p50$  и других показателей кислородтранспортной функции крови после процедуры содействует увеличению потока  $O_2$  в ткани.

Таблица – Состояние процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты у лиц с высоким уровнем физической активности при действии высокой внешней температуры

Показатель		До тепловой нагрузки	После тепловой нагрузки	p
Диеновые конъюгаты, Ед/мл	Плазма	1,60 (1,24-1,96)	2,20 (2,06-2,56)*	0,003
	Эритроциты	10,44 (9,32-11,12)	11,88 (11,76-14,76)*	0,003
Основания Шиффа, Ед/мл	Плазма	142,55 (134,44-146,71)	152,60 (146,40-159,20)*	0,033
	Эритроциты	222,60 (218,04-223,76)	228,30 (221,40-232,40)*	0,021
$\alpha$ -токоферол, мкмоль/л		24,13 (22,09-26,14)	21,63 (19,90-22,23)*	0,015
Каталаза, $H_2O_2$ /мин/гНб		5,27 (4,95-5,61)	4,88 (4,20-4,99)*	0,019

\* – различия статистически значимы по отношению к значениям до тепловой нагрузки

Рост интенсивности процессов перекисного окисления липидов и снижение активности антиоксидантов при однократной тепловой нагрузке отражает развитие в организме окислительного стресса, однако после проведения курса теплового воздействия отмечается нормализация прооксидантно-антиоксидантного баланса, свидетельствующая о развитии адаптации к тепловой нагрузке посредством изменения кислородсвязывающих свойств крови, механизмов антиоксидантной защиты через NO-зависимые процессы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Дозированное тепловое воздействие (2 экспозиции по 5 и 10 минут с интервалом в 5 минут при температуре 85-90°C, относительной влажности 10-15%) у здоровых лиц с различным уровнем физической активности приводит к увеличению минутного объема кровообращения, систолического объема, повышению потребления кислорода, снижению диастолического и среднего артериального давления, общего периферического сосудистого сопротивления. После проведения курса термопроцедур (20 сеансов с интервалом в 1 неделю) у испытуемых с низкой повседневной физической нагрузкой установлен рост общей физической работоспособности на 8,4%, а при высокой физической активности – на 16,4% [1, 7, 12, 17, 20].

2. Действие высокой внешней температуры у здоровых молодых мужчин с минимальным рекомендуемым уровнем физической активности обуславливает развитие респираторного алкалоза (возрастает рН, снижается напряжение углекислого газа, концентрация общей углекислоты, гидрокарбоната), увеличение напряжения и содержания кислорода в венозной крови, рост насыщения крови кислородом, снижение сродства гемоглобина к кислороду ( $p50_{\text{реал}}$  увеличивается с 26,6 до 29,7 мм рт.ст.), что обуславливает увеличение потока кислорода в ткани. При систематическом проведении термопроцедур изменения таких параметров кислородтранспортной функции крови, как  $pO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CvO_2$  характеризуются менее значительными сдвигами в сравнении с однократной тепловой экспозицией [3, 6, 8, 10, 11, 13, 18].

3. Однократный тепловой сеанс у лиц с минимальным рекомендуемым уровнем физической активности обуславливает повышение содержания общих нитритов в плазме крови (с 11,4 до 13,6 мкмоль/л), увеличение уровня диеновых конъюгатов, малонового диальдегида, оснований Шиффа в плазме и эритроцитах при снижении антиоксидантной защиты (уменьшение концентрации  $\alpha$ -токоферола в плазме с 27,2 до 25,1 мкмоль/л и активности каталазы в эритроцитах с 6,6 до 5,6  $H_2O_2$ /мин/гНв), что свидетельствует о развитии окислительного стресса. После проведения курса тепловых процедур наблюдается меньший прирост содержания продуктов перекисного окисления липидов (повышение уровня малонового диальдегида в эритроцитах на 6,9%, оснований Шиффа в плазме – на 92,9% при снижении активности каталазы в эритроцитах на 9,2%), отражающие уменьшение проявления окислительного стресса [3, 14, 19, 21, 23].

4. Состояние кислородзависимых процессов в организме лиц с высоким уровнем физической активности при действии высокой температуры среды характеризуется изменением кислотно-основного состояния крови в сторону алкалоза (увеличивается рН, уменьшается напряжение углекислого газа, уровень общей углекислоты, гидрокарбоната), ростом значений параметров кислородтранспортной функции крови ( $pO_2$  – на 42,6%,  $SO_2$  – на 49,4%), сдвигом вправо кривой диссоциации оксигемоглобина ( $p50_{\text{реал}}$  увеличивается с 27,3 до 30,3 мм рт.ст.), что отражает улучшение условий отдачи кислорода гемоглобином. Регулярное тепловое воздействие обуславливает уменьшение изменений таких параметров кислородтранспортной функции крови, как  $pO_2$  (повышается на 34,6%),  $SO_2$  (возрастает на 41,7%) [2, 4, 13, 15, 19].

5. Действие теплового фактора у лиц с высокой повседневной физической нагрузкой обуславливает увеличение уровня общих нитритов в плазме (с 10,7 до 13,5 мкмоль/л), активацию процессов свободнорадикального окисления липидов (рост уровня диеновых конъюгатов, оснований Шиффа в плазме и эритроцитах) на фоне снижения антиоксидантной защиты

(уменьшение концентрации  $\alpha$ -токоферола в плазме с 24,1 до 21,6 мкмоль/л и активности каталазы в эритроцитах с 5,3 до 4,9  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{мин}/\text{гHb}$ ), характеризующих развитие окислительного стресса в организме. При систематическом проведении тепловых процедур нарушений прооксидантно-антиоксидантного баланса не происходит [2, 4, 9].

6. У лиц с высоким уровнем физической активности одно- и многократное тепловое воздействие обуславливает менее значительные изменения параметров кислородтранспортной функции крови, активности процессов перекисного окисления липидов, антиоксидантных механизмов в сравнении с испытуемыми, имеющими минимальный рекомендуемый уровень физической активности. Повышение общей физической работоспособности после проведения курса термопроцедур в значительной степени обеспечивается их действием на кислородзависимые процессы в организме, а именно, на механизмы транспорта кислорода кровью и ее прооксидантно-антиоксидантный баланс [5, 14, 16, 22].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Результаты исследования (9 актов внедрения) используются в учебном процессе на кафедрах нормальной физиологии, физического воспитания и спорта УО «Гродненский государственный медицинский университет», кафедре зоологии и физиологии УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», кафедрах нормальной физиологии УО «Белорусский государственный медицинский университет» и УО «Витебский государственный медицинский университет», кафедре анатомии и физиологии УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», в практической работе ГУ «Областной диспансер спортивной медицины» г. Гродно, ГУ «Научно-исследовательский институт физической культуры и спорта Республики Беларусь».

Полученные данные обосновывают использование систематических дозированных тепловых воздействий для улучшения физического состояния организма (3 рацпредложения в УО «Гродненский государственный медицинский университет» № 1599, № 1613, № 1621). Результаты проведенных исследований позволяют проводить оценку физической работоспособности («Метод оценки функционального состояния организма спортсменов» // инструкция по применению № 034-0312, заявка на изобретение № а20110948), оптимизировать физиологические функции путем модификации NO-образующей функции организма (заявка на изобретение № а20120199), осуществлять оценку устойчивости организма человека к стрессорным воздействиям (заявка на изобретение № а20121081).

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи в научных журналах

1. **Жадько, Д.Д.** Эффект сауны на функциональное состояние организма нетренированных лиц и спортсменов / **Д.Д. Жадько, В.В. Зинчук** // Новости медико-биологических наук. – 2011. – Т.4, № 4. – С.131-137.
2. Зинчук, В.В. Особенности кислородного гомеостаза в условиях сауны / В.В. Зинчук, **Д.Д. Жадько** // В мире научных открытий. – 2012. – Т. 26, № 2. – С.53-56.
3. Зинчук, В.В. Эффект сауны на кислородтранспортную функцию крови и прооксидантно-антиоксидантный баланс у нетренированных лиц / В.В. Зинчук, **Д.Д. Жадько** // Физиология человека. – 2012. – Т. 38, № 5. – С.112-119.
4. Zinchuk, V. Sauna effect on blood oxygen transport and prooxidant-antioxidant balance in athletes / V. Zinchuk, **D. Zhadzko** // Medicina Sportiva. – 2012. – Vol. 8, № 3. – P. 1883-1889.
5. Зинчук, В.В. Кислородзависимые аспекты механизмов адаптации к высокой внешней температуре / В.В. Зинчук, **Д.Д. Жадько** // Новости медико-биологических наук. – 2012. – Т. 6, № 3. – С.5-12.

### Статьи в сборниках и материалах конференций

6. Зинчук, В.В. Эффект сауны на кислородтранспортную функцию крови у юношей / В.В. Зинчук, **Д.Д. Жадько** // 2<sup>nd</sup> International conference «Correction and compensation of physical development disorders in children and youth» 05-06.06. 2009, Białą Podlaska. – 2009. – P.295-300.
7. **Жадько, Д.Д.** Режимы тепловых воздействий при использовании сауны / **Д.Д. Жадько, В.В. Зинчук** // Актуальные проблемы спортивной медицины и реабилитации: Материалы конференции, посвященные 60-летию государственного учреждения «Областной диспансер спортивной медицины» г. Гродно, 27-28 мая 2010 г. / под. ред. Л.А. Пироговой. – Гродно: ГрГМУ, 2010. – С.71-75.
8. **Жадько, Д.Д.** NO и механизмы транспорта кислорода кровью при проведении суховоздушной бани у юношей / **Д.Д. Жадько, К.Е. Околоулак, В.В. Зинчук** // Вестник Смоленской медицинской академии. – 2011. – № 3. – С.27-29.
9. Зинчук, В.В. Свободнорадикальные процессы при тепловом стрессе в условиях суховоздушной бани у спортсменов / В.В. Зинчук, **Д.Д. Жадько** // Активные формы кислорода, оксид азота, антиоксиданты и здоровье человека // Материалы шестой национальной научно-практической конференции с международным участием. – Смоленск. – 2011. – С.110-111.



10. Зинчук, В.В. Возможные механизмы лечебного действия сауны при воспалительных процессах / В.В. Зинчук, Д.Д. Жадько // *Фундаментальные и прикладные аспекты воспаления: материалы междунар. конф. под науч. ред. И.В. Залуцкий, В.А. Кульчицкий, В.С. Улащик.* – Минск: Экономпресс, 2011. – С.226-228.

11. Жадько, Д.Д. Оценка уровня функциональной подготовленности организма / Д.Д. Жадько, В.В. Зинчук // *Актуальные проблемы медицины: материалы ежегодной итоговой научной конференции (15-16 декабря 2011 г.) / Отв. редактор М.Н. Курбат – Гродно: ГрГМУ, 2011. – С.341-343.*

12. Жадько, Д.Д. Физиологические эффекты сауны / Д.Д. Жадько, В.В. Зинчук // *Гигиенические проблемы профилактики и радиационной безопасности: сборник научных статей, посвященный 50-летию кафедры общей гигиены и экологии / Гл. ред. В.А. Снежицкий – Гродно: ГрГМУ, 2011. – С.95-98.*

13. Zinchuk, V. Sauna effect on the oxyhemoglobin dissociation curve / V. Zinchuk, D. Zhadzko // *7<sup>th</sup> Bialystok International Medical Congress for Young Scientists, Bialystok 2012. – P.220-221.*

14. Жадько, Д.Д. Особенности окислительного стресса при проведении жаровоздушной процедуры / Д.Д. Жадько // *Кислород и свободные радикалы: материалы республиканской научно-практической конференции / В.В. Зинчук (отв.ред.). – Гродно: ГрГМУ, 2012. – С.57-59.*

15. Жадько, Д.Д. Активность L-аргинин – NO системы в условиях сауны / Д.Д. Жадько, В.В. Зинчук // *Дисфункция эндотелия: экспериментальные и клинические исследования: материалы VII Международной научно-практической конференции, Витебск, 24-25 мая 2012 г. / редкол.: А.П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – С.69-72.*

16. Зинчук, В.В. Особенности кислородного гомеостаза при тепловом стрессе / В.В. Зинчук, Д.Д. Жадько // *Фундаментальные науки и современная медицина: материалы международной конференции (25-26 октября 2012 г., Минск, Беларусь) / ред. И.В. Залуцкий, А.В. Кульчицкий, В.С. Улащик. – Минск, Промбытсервис, 2012. – С.119-121.*

#### Тезисы докладов

17. Жадько, Д.Д. Эффект влияния сауны на функциональные системы организма / Д.Д. Жадько // *Материалы конференции студентов и молодых ученых Гродненского государственного медицинского университета, посвященной памяти профессора Н.И. Аринчина, Гродно, 16-17 апреля 2009 г. / редкол.: П.В. Гарелик и др. – Гродно: ГрГМУ, 2009. – С.120.*

18. Жадько, Д.Д. Эффект сауны на кислотно-основное состояние крови / Д.Д. Жадько, К.Е. Околокулак // *Тезисы докладов конференции студентов и молодых ученых, посвященной памяти профессора И.П. Протасевича. 15-*



16 апреля 2010 г. / Ред. кол.: П.В. Гарелик (отв. ред.), В.А. Снежицкий, В.В. Зинчук [и др.] – Гродно : ГрГМУ, 2010. – С.157-158.

19. **Zhadzko, D.D.** Oxidative stress in sauna bath / **D.D. Zhadzko, V.V. Zinchuk** // Analytical methods to study oxidative damage, antioxidants and drugs. – Bialystok, 10-13 November 2011. – P.146.

20. **Жадько, Д.Д.** Эффект сауны на физическую работоспособность у нетренированных лиц и спортсменов / **Д.Д. Жадько** // Материалы конференции студентов и молодых ученых, посвященной памяти профессора Д.А. Маслакова, 19-20 апреля 2012 г. / Ред. кол.: В.А. Снежицкий (отв. ред.), В.В. Воробьев, В.В. Зинчук [и др.]. – Гродно : ГрГМУ, 2012. - С.158-159.

21. **Жадько, Д.Д.** Эффект сауны на процессы свободнорадикального окисления липидов / **Д.Д. Жадько, К.Е. Околокулак** // Материалы конференции студентов и молодых ученых, посвященной памяти профессора М.П. Шейбака, 14-15 апреля 2011 г. [Текст] / [редкол.: Снежицкий В. А. (отв. ред.) и др.]. - Гродно : ГрГМУ, 2011. – С.170-171.

22. Зинчук, В.В. Вклад кислородсвязующих свойств крови в адаптационный потенциал при гетеротермии / В.В. Зинчук, **Д.Д. Жадько** // Физиология кровообращения Всероссийская с международным участием школа-конференция. Москва, 31 января – 3 февраля 2012 г.: Сборник тезисов. – М.: МАКС Пресс, 2012. – С.63-64.

23. **Жадько, Д.Д.** Особенности кислородного обеспечения организма при проведении процедуры бани / **Д.Д. Жадько, В.В. Зинчук** // Сигнальные механизмы регуляции физиологических функций: тез. докл. XIII съезда Белорус. о-ва физиологов и II Междунар. науч. конф., 19-20 апреля 2012 г., Минск, Беларусь / редкол.: В.В. Лысак [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2012. – С.48.

## РЭЗЮМЭ

**Жадзько Дзмітрый Дзмітрыевіч**

**Уплыў сістэматычных цеплавых уздзеянняў на механізмы транспарту кіслароду крывёю і яе прааксідантна-антыаксідантны баланс у здаровых асоб з розным узроўнем фізічнай актыўнасці**

**Ключавыя словы:** цеплавое ўздзеянне, кісларод, перакіснае акісленне ліпідаў, антыаксіданты, аксід азоту, здаровыя мужчыны.

**Мэта даследавання:** на аснове аналізу стану механізмаў транспарту кіслароду крывёю і прааксідантна-антыаксідантнага балансу пры сістэматычным дазіраваным цеплавым уздзеянні абгрунтаваць іх уклад у паляпшэнне функцыянальнага стану арганізма.

**Метады даследавання:** фізіялагічныя, спектрафотаметрычныя, спектрафлюарыметрычныя, статыстычныя.

**Выкарыстаная апаратура:** мікрагазааналізатар «Synthesis-15», спектрафотометр «СФ-46», спектрафотометр «Solar», спектрафлюарыметр F-4010 «Hitachi».

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** Устаноўлена, што ва ўмовах дзеяння цеплавога фактару адбываецца павышэнне напружання кіслароду і насычэння кіслародам вянознай крыві, пры гэтым зніжэнне роднасці гемаглабіну ды кіслароду садзейнічае павелічэнню яго патоку ў ткані. Развіццё прааксідантна-антыаксідантнага дысбалансу ва ўмовах высокай тэмпературы асяроддзя пры сістэматычным цеплавым уздзеянні забяспечвае развіццё адаптацыі да цеплавой нагрузцы.

Упершыню абгрунтаваны ўдзел механізмаў транспарту кіслароду крывёю і яе прааксідантна-антыаксідантнага балансу ў павышэнні фізічнай працаздольнасці пры сістэматычным правядзенні тэрмапрацэдур.

**Рэкамендацыі па выкарыстанню:** Вынікі працы дазваляюць ажыццяўляць аптымізацыю фізіялагічных функцый і павышэнне фізічнай працаздольнасці шляхам уздзеяння на кіслародзалежныя працэсы ў арганізме (кіслародтранспартная функцыя крыві, прааксідантна-антыаксідантны баланс), ацэньваць фізічную працаздольнасць і ступень рэзістэнтнасці да стрэс-інцыпіруючых фактараў.

**Галіна выкарыстання:** навукова-даследчыя ўстановы, дыспансеры спартыўнай медыцыны, тэрэтычны курс па нармальнай фізіялогіі, фізіялогіі спорту ў ВНУ біялагічнага, медыцынскага і спартыўнага профілю.

## РЕЗЮМЕ

**Жадько Дмитрий Дмитриевич**

**Влияние систематических тепловых воздействий на механизмы транспорта кислорода кровью и ее прооксидантно-антиоксидантный баланс у здоровых лиц с различным уровнем физической активности**

**Ключевые слова:** тепловое воздействие, кислород, перекисное окисление липидов, антиоксиданты, оксид азота, здоровые мужчины.

**Цель исследования:** на основе анализа состояния механизмов транспорта кислорода кровью и ее прооксидантно-антиоксидантного баланса при систематическом дозированном тепловом воздействии обосновать их вклад в повышение общей физической работоспособности.

**Методы исследования:** физиологические, спектрофотометрические, спектрофлуориметрические, статистические.

**Использованная аппаратура:** микрогазоанализатор «Synthesis-15», спектрофотометр «СФ-46», спектрофотометр «Solar», спектрофлуориметр F-4010 «Hitachi».

**Полученные результаты и их новизна:** Установлено, что в условиях действия теплового фактора происходит повышение напряжения кислорода и насыщения кислородом венозной крови, при этом снижение сродства гемоглобина к кислороду содействует увеличению его потока в ткани. Развитие прооксидантно-антиоксидантного дисбаланса в условиях высокой температуры среды при систематическом тепловом воздействии обеспечивает развитие адаптации к тепловой нагрузке.

Впервые обосновано участие механизмов транспорта кислорода кровью и ее прооксидантно-антиоксидантного баланса в повышении физической работоспособности при систематическом проведении термопроцедур.

**Рекомендации по использованию:** Результаты работы позволяют осуществлять оптимизацию физиологических функций и повышение физической работоспособности путем воздействия на кислородзависимые процессы в организме (кислородтранспортная функция крови, прооксидантно-антиоксидантный баланс), оценивать физическую работоспособность и степень устойчивости к стресс-инициирующим факторам.

**Область применения:** научно-исследовательские учреждения, диспансеры спортивной медицины, теоретический курс по нормальной физиологии, физиологии спорта в ВУЗах биологического, медицинского и спортивного профиля.

## RESUME

Zhadzko Dzmitry

### **Systematic thermal action effects on the blood oxygen transport mechanisms and prooxidant-antioxidant balance in healthy subjects with different physical activity**

**Keywords:** thermal action, oxygen, lipid peroxidation, antioxidants, nitric oxide, healthy men.

**Aim of study:** the analysis of the mechanisms of blood oxygen transport and prooxidant-antioxidant balance in the systematic thermal exposures and its contribution to improvement the physical working capacity.

**Methods:** physiological, spectrophotometric, spektrofluorimetric, statistics.

**Equipment:** micro gas analyzer «Synthesis-15», spectrophotometer «SF-46», spectrophotometer «Solar», spectrofluorimeter F-4010 «Hitachi».

**Results and novelty:** It has been established that thermal action leads to increasing the oxygen pressure and the oxygen saturation of venous blood and the decrease of hemoglobin oxygen affinity promotes an increase oxygen flow in the tissue. Development of prooxidant-antioxidant imbalance in high temperature environment under systematic thermal actions ensures the adaptation to the heat load.

For the first time is substantiated the participation of blood oxygen transport mechanisms and prooxidant-antioxidant balance in improvement the physical working capacity under a systematic thermal actions.

**Recommendations on use:** The results allow optimizing the physiological functions and increasing physical performance by affecting the oxygen-dependent processes in the body (oxygen transport function of blood. prooxidant-antioxidant balance), assessing the physical working capacity and the resistance to stressors.

**Scope:** research institutions, sports medicine dispensaries, theoretical course of normal physiology, sports physiology in higher education of biological, medical and sports profile.

Научное издание

**ЖАДЬКО Дмитрий Дмитриевич**

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ  
НА МЕХАНИЗМЫ ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА КРОВЬЮ И ЕЕ  
ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНЫЙ БАЛАНС  
У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ  
ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

по специальности 03.03.01 – физиология

Подписано в печать 20.05.2013.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Ризография.

Усл. печ. л. **1, 40**. Уч.-изд. л. **1,23**. Тираж **80** экз. Заказ **132**.

Издатель и полиграфическое исполнение

учреждение образования

«Гродненский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0548511 от 16.06.2009. Ул. Горького, 80, 230009, Гродно.



Репозиторий ГРГМУ