

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК [612.843.7+612.187]:612.014.44

**АЛЕКСАНДРОВ**  
Денис Александрович

**ХАРАКТЕР СОСУДИСТЫХ РЕАКЦИЙ  
И СОСТОЯНИЕ СВЕТОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ  
ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ  
ЛОКАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

по специальности 03.00.13 – физиология

Минск 2009

Работа выполнена в УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Научный руководитель: **Кубарко Алексей Иванович**,  
доктор медицинских наук, профессор, заслуженный  
деятель науки Республики Беларусь, заведующий  
кафедрой нормальной физиологии УО «Белорусский  
государственный медицинский университет»

Официальные оппоненты: **Кузнецов Владимир Иванович**,  
доктор медицинских наук, профессор кафедры  
нормальной физиологии УО «Витебский  
государственный ордена Дружбы народов  
медицинский университет»

**Кульчицкий Владимир Адамович**,  
доктор медицинских наук, профессор, член-  
корреспондент НАН Беларуси, заместитель  
директора по научной работе ГНУ «Институт  
физиологии НАН Беларуси»

Оппонирующая организация: УО «Гродненский государственный медицинский университет»

Защита состоится 18 декабря 2009 года в 14.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 03.18.02 при УО «Белорусский государственный медицинский университет» (220116, г. Минск, пр-т Дзержинского, 83; тел. 272-55-98, e-mail: [rector@bsmu.by](mailto:rector@bsmu.by)).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Автореферат разослан «\_\_\_» ноября 2009 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
кандидат медицинских наук, доцент



А.И. Герасимович

## **ВВЕДЕНИЕ**

Исследование особенностей системного реагирования сосудов, особенно периферических артерий и сосудов микроциркуляторного русла (МЦР), на локальное воздействие физических факторов представляет интерес как для физиологов, так и для клиницистов. Имеются сведения о значении нарушения вазомоторных реакций в патогенезе таких заболеваний, как артериальная гипертензия (АГ) (В.А. Кульчицкий, 1993; А.В. Барсуков, С.Б. Шустов, 2004), синдром Х, вариантная стенокардия (В.В. Горбачев, 1997; Н.А. Манак, 1997), глаукома с нормальным внутриглазным давлением (J. Flammer et al., 1999; D. Gherghel et al., 2004) и других. В последние годы наблюдается рост заболеваемости и смертности от болезней системы кровообращения и цереброваскулярных болезней. В связи с этим все большее значение приобретает поиск методов объективной качественной и количественной оценки функционального состояния церебральных сосудов малого калибра, малодоступных исследованию существующими рутинными методами (M.R. Metea, E.A. Newman, 2007), выявления ранних форм цереброваскулярной патологии (А.В. Мусаев и др., 1991). Принято считать, что изменения реакции ретинальных сосудов могут отражать подобные реакции сосудов головного мозга (M.L. Baker et al., 2008; N. Patton et al., 2005). Имеются достаточно информативные методы исследования кровотока в ветвях центральной артерии сетчатки (D. Gherghel et al., 2004; K. Huber et al., 2004), однако кровоток в сосудах хориоидеи, обеспечивающих кровоснабжение фоторецепторов, малодоступен для объективных методов исследования. В то же время в последние годы наметился подход к оценке кровотока в сетчатке по показателям сенсорной функции нейронов сетчатки. Актуальными представляются разработка методики оценки порога световой чувствительности сетчатки как интегрального показателя функции мозгового кровотока при локальном воздействии различных физических факторов, в частности температурных, и нахождение информативных объективных показателей сосудистых реакций для выявления предрасположенности к вазоспазму.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Связь работы с крупными научными программами.** Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре нормальной физиологии Белорусского государственного медицинского университета, «Нейрофизиологические основы формирования реакций сердечно-сосудистой и зрительной систем на сенсорные сигналы», № государственной регистрации 2008358, сроки выполнения 2008–2012 гг.

## **Цель и задачи исследования**

*Цель исследования* – установить характер сосудистых реакций и световой чувствительности зрительной системы на локальное температурное воздействие и определить объективные показатели для выявления предрасположенности к вазоспазму.

*Задачи исследования:*

1. Исследовать сосудистые реакции с использованием комплексной методики, основанной на одновременной регистрации порогов световой чувствительности, зависящих от состояния глазного кровотока, показателей состояния сосудов микроциркуляторного русла и системной гемодинамики.

2. Изучить характер изменения порогов световой чувствительности центральных областей поля зрения в условиях локального теплового и холодного воздействия на кисть руки.

3. Оценить изменения системной гемодинамики и состояния сосудов микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы и определить их связь с изменением порогов световой чувствительности в условиях локального температурного воздействия.

4. Изучить состояние тонуса автономной нервной системы по данным кардиоинтервалографии и вариабельности размера зрачка и определить его вклад в формирование сосудистых реакций на температурное воздействие.

5. Провести сравнительный анализ показателей местных и системных сосудистых реакций на локальное температурное воздействие у молодых практически здоровых лиц и у больных артериальной гипертензией и определить наиболее информативные показатели характера сосудистых реакций для выявления предрасположенности к вазоспазму.

6. Дать обоснование возможности применения выявленных объективных показателей для оценки нарушений местных и системных сосудистых реакций в условиях локального температурного воздействия.

*Объект исследования* – 166 молодых здоровых испытуемых и 30 больных артериальной гипертензией, артериальное давление, результаты статической компьютерной периметрии, видеозаписи сосудов бульбарной конъюнктивы и зрачка, кардиоинтервалограммы.

*Предмет исследования* – показатели состояния сосудов микроциркуляторного русла конъюнктивы глаза, световая чувствительность зрительной системы, показатели системной гемодинамики, показатели состояния тонуса различных уровней автономной нервной системы.

## **Положения, выносимые на защиту**

1. Разработан комплексный методический подход к изучению сосудистых реакций в условиях функциональных температурных нагрузок, основанный на одновременной количественной оценке порогов световой чувствительности

(как физиологической функции, отличающейся особой чувствительностью к состоянию кровотока), размеров сосудов микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы, измеренных методом видеобиомикроскопии, и интегральных показателей системной гемодинамики. Обоснована возможность использования показателей порогов световой чувствительности и их изменения, размеров сосудов микроциркуляторного русла конъюнктивы глаза для вероятностной оценки реакции сосудов мозга на локальные температурные воздействия.

2. Повышение порогов световой чувствительности, сужение сосудов микроциркуляторного русла конъюнктивы глаза и высокий уровень тонуса симпатического отдела автономной нервной системы в покое и в условиях локального температурного воздействия являются объективными показателями предрасположенности к вазоспазму, выявленной у 14 % здоровых испытуемых и у 27 % больных артериальной гипертензией I–II степени.

3. Изменение тонуса различных центров автономной нервной системы вносит дифференцированный вклад в формирование тонуса сосудов микроциркуляторного русла и развитие системных сосудистых реакций. В условиях покоя признаки координации между тонусом центров среднего, продолговатого и верхних грудных сегментов спинного мозга не выявляются. В условиях функциональных температурных воздействий у больных артериальной гипертензией наблюдается формирование более жестких иерархических связей между центрами автономной нервной системы, участвующими в регуляции кровотока, чем у здоровых испытуемых.

4. Полученные при исследовании 166 здоровых испытуемых в возрасте 17–27 лет показатели порогов световой чувствительности центральных областей поля зрения, биомикроскопические показатели состояния сосудов микроциркуляторного русла конъюнктивы глаза, показатели вариабельности ритма сердца и размеров зрачка могут быть использованы в качестве нормативных, а их изменения в условиях локального температурного воздействия – для оценки характера сосудистых реакций глаза и раннего выявления предрасположенности к нарушениям мозгового кровотока.

**Личный вклад соискателя.** Автор принимал непосредственное участие в формулировании целей и задач исследования. Результаты проведенного исследования получены соискателем самостоятельно. При написании подраздела 3.1.2 «Состояние порогов световой чувствительности...» главы 3 использованы данные, полученные совместно с А.В. Суриным, О.А. Черепко [8]; раздела 6.3 «Анализ показателей вариабельности размеров зрачка» главы 6 – совместно с В.И. Яновской [6, 7]. Соавторы совместных публикаций осуществляли техническую помощь при проведении исследований [7]. Отбор больных артериальной гипертензией для обследования проводился автором

лично на основании данных общеклинических исследований. Компьютерная обработка данных кардиоинтервалографии, видеобиомикроскопии сосудов бульбарной конъюнктивы глаза проводилась при технической поддержке и с использованием алгоритмов, разработанных при непосредственном участии автора сотрудниками отдела ТСО БГМУ К.И. Щукиным, Б.П. Чуприным и ЦНИЛ БГМУ А.М. Недзведем, за что автор выражает им искреннюю благодарность. Автором изучена доступная литература по теме исследования, самостоятельно проведены расшифровка записей, математическая обработка и статистический анализ полученных данных.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты исследований, включенные в диссертацию, представлялись в виде докладов и обсуждены на 56-й итоговой научно-практической конференции студентов и молодых ученых ВГМУ (Витебск, 2004); XI съезде Белорусского общества физиологов (Минск, 2006); XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 2007); Международной конференции студентов и молодых ученых, посвященной 85-летию Белорусского государственного медицинского университета (Минск, 2006); Международной конференции «Сигнальные механизмы регуляции физиологических функций», приуроченной к 85-летию со дня основания кафедр физиологии БГУ и БГМУ (Минск, 2007); научных сессиях БГМУ (Минск, январь 2006; ноябрь 2006; 2008).

**Опубликованность результатов диссертации.** По материалам диссертации опубликовано 10 печатных работ. Из них 3 статьи в рецензируемых журналах (общим объемом 1,73 авторского листа), 4 статьи в сборниках, 3 тезисов докладов на международных и республиканских съездах и конференциях. Объем всех опубликованных материалов по теме диссертации составил 36 страниц или 3,02 авторского листа.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 148 листах печатного текста и состоит из введения, общей характеристики работы, обзора литературы, описания материала и методов исследования, 4 глав собственных исследований, заключения, библиографического списка, включающего список использованных источников (состоит из 319 наименований работ, из них 79 – на русском языке, 240 – на иностранных языках) и список публикаций соискателя, и приложения. Диссертационная работа содержит 28 таблиц, 8 рисунков.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Методы исследования и группы испытуемых**

Работа выполнена на 166 здоровых испытуемых и 30 больных АГ. Всего в исследовании приняло участие 196 человек в возрасте от 17 до 30 лет.

В работе были использованы физиологические (исследование порогов световой чувствительности центральной области поля зрения (ПСЧ), измерение артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), кардиоинтервалография (КИГ) с оценкой variability сердечного ритма (ВСР), оценка variability размеров зрачка (ВРЗ), видеобиомикроскопия) и морфометрические (измерение показателей состояния сосудов микроциркуляторного русла (МЦР) конъюнктивы глаза, радиуса зрачка) методы исследования.

Регистрация ПСЧ осуществлялась методом статической компьютерной периметрии (СКП) с использованием разработанной на кафедре нормальной физиологии БГМУ компьютерной программы (А.И. Кубарко и соавт., 2002). Тестовые световые стимулы представляли собой точечные объекты экспоненциально нарастающей яркости красного цвета диаметром 25 угловых минут на ахроматическом фоне монитора компьютера размером 32×24 см, предъявляемые в случайном порядке. Исследовались ПСЧ правого глаза в пределах 18° от центральной ямки сетчатки. Фиксация взора осуществлялась на постоянной слабо светящейся фиксационной точке в центре экрана. При проведении СКП здоровым и больным артериальной гипертензией (АГ) испытуемым на каждом этапе исследования предъявлялось 88 точечных световых стимулов, из которых 13 точек области слепого пятна исключались при обработке данных СКП. Пороговая яркость световых стимулов оценивалась в условных единицах (у.е.) яркости стимула (от 0 до 100 у.е.) на момент формирования сенсомоторной реакции в виде нажатия на клавишу компьютера. Перед началом тестирования оценивалось время сенсомоторной реакции, которое автоматически учитывалось при оценке результатов определения порогов световой чувствительности. Исследование проводилось в соответствии с требованиями по обеспечению воспроизводимости методов количественного исследования сенсорных функций (М.Е. Shy et al., 2003) после 20-минутного периода темновой адаптации.

Исследование ПСЧ, показателей системной гемодинамики (СГ), состояния сосудов МЦР бульбарной конъюнктивы глаза, ВСР и ВРЗ проводилось в 3 этапа: без температурного воздействия (контрольное исследование); на фоне погружения кисти левой руки в теплую воду,  $t = 41\text{ }^{\circ}\text{C}$ , время экспозиции 4 мин; а затем на фоне двукратной иммерсии кисти левой руки в холодную воду,  $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в течение 1 мин с 2-минутным перерывом. Интервалы между этапами исследования составляли 15 минут, в течение которых испытуемый находился в темноте в условиях психоэмоционального покоя. Продолжительность исследования ПСЧ методом СКП составляла около 6 минут.

Для изучения реакции СГ в условиях ЛТВ проводилось измерение АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) непосредственно перед началом

каждого из этапов исследования, на 2-й минуте и в момент окончания исследования ПСЧ в контроле и на фоне ЛТВ с использованием автоматического осциллометрического измерителя артериального давления Microlife ВРЗВТ0-АР на плечевой артерии левой руки в положении испытуемого сидя.

Оценивались изменения основных интегральных показателей (ЧСС, систолического (САД) и диастолического АД (ДАД)) и ряда производных показателей СГ: минутного объема крови (МОК), пульсового (ПульсАД) и среднего АД (СрАД). Для анализа характера и степени изменения показателей СГ на каждом из этапов исследования оценивалась величина индекса отклонения ( $D_i$ ) показателей СГ на 2-й минуте и в момент окончания исследования от исходного уровня. ПульсАД и СрАД рассчитывались по формулам:

$$\text{ПульсАД} = \text{САД} - \text{ДАД} \quad (1)$$

$$\text{СрАД} = \text{ДАД} + \text{ПульсАД}/3 \quad (2)$$

Минутный объем крови рассчитывался непрямым способом Лилье–Штрандера и Цандера:

$$\text{МОК} = ((\text{САД} - \text{ДАД})160 / (\text{ДАД} + 1/3(\text{САД} - \text{ДАД}))) * \text{ЧСС} \quad (3)$$

$D_i$  рассчитывался для каждого показателя СГ (САД, ДАД, ПульсАД, СрАД, ЧСС, МОК) отдельно по формулам:

$$D_i^1 = (H_1 - H_0) / H_0 \quad (4)$$

$$D_i^2 = (H_2 - H_0) / H_0, \quad (5)$$

где  $D_i^1$  – индекс отклонения, характеризующий изменение показателя СГ на 2-й минуте исследования порогов световой чувствительности,  $D_i^2$  – индекс отклонения, характеризующий изменение показателя СГ в момент окончания исследования ПСЧ,  $H_0$  – показатель гемодинамики перед началом исследования ПСЧ на каждом из этапов исследования,  $H_1$  – показатель гемодинамики на 2-й минуте исследования,  $H_2$  – показатель гемодинамики в момент окончания исследования.

В качестве объективного показателя, отражающего характер сосудистых реакций микроциркуляторного русла (МЦР) глаза, использовались данные о состоянии сосудов бульбарной конъюнктивы глаза в покое и при ЛТВ. Состояние сосудов МЦР конъюнктивы глаза регистрировалось за 20 минут до начала контрольного исследования ПСЧ и в момент окончания каждого из этапов исследования в конце ЛТВ методом видеосъемки на щелевой лампе ЩЛ-2Б (увеличение на щелевой лампе x40, окуляр x8) при помощи цифрового фотоаппарата Canon PowerShot A520 в режиме видеокамеры с разрешением 640\*480 ppi в течение 30 с, частота 10 кадров/с. Площадь видеоокна составила 1,10 мм<sup>2</sup>. Перед началом каждого из этапов исследования видеозапись не производилась для исключения световой адаптации зрительной системы. Было

получено 121200 кадров видеозаписи. После сортировки наиболее четкие изображения обрабатывали в полуавтоматическом режиме с использованием программы ImageWarp и разработанных оригинальных алгоритмов обработки компьютерных изображений. В итоге был обработан 63431 кадр (в среднем 157 кадров на каждом этапе исследования). Оценивались следующие показатели, характеризующие состояние сосудов МЦР: суммарная длина сосудистой сети, мкм; количество точек пересечения сосудов; степень извитости сосудов; диаметр артериол, мкм; диаметр венул, мкм; артериоло-венулярное отношение (АВО); венулярно-артериолярная разница (ΔВА), мкм.

Вариабельность сердечного ритма оценивалась по данным кардиоинтервалографии (КИГ) с использованием программно-аппаратного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа с функцией электрокардиографа EEG-7314В фирмы Nihon Kohden (Япония), АЦП ADC100К-12-8 (Республика Беларусь) и ЭВМ Intel Celeron 400MHz с установленным на ней программным обеспечением. ЭКГ регистрировалась с использованием системы трех модифицированных биполярных отведений (СМ-5, СС-2, IS).

Оценку изменения размера зрачка производили по данным его видеозаписи в условиях минимальной освещенности при помощи цифрового фотоаппарата Canon PowerShot A520 в режиме видеокамеры с разрешением 640\*480 ppi с использованием щелевой лампы ШЦЛ-2Б (объектив x8, окуляр x8) в течение 30 секунд в конце ЛТВ. Вертикальный радиус зрачка (РЗ) измеряли в мм на каждом 2-м кадре (каждые 200 мс).

Перед началом исследования основной группы испытуемых для проверки воспроизводимости полученных результатов нами было обследовано 9 испытуемых (5 девушек, 4 юноши в возрасте 19–23 года). Исследование ПСЧ проводилось после 20-минутной темновой адаптации путем 2-кратного проведения СКП без ЛТВ. Средняя разница между ПСЧ в двух последовательных измерениях составила  $1,02 \pm 0,69$  % ( $M \pm \sigma$ ).

Для наработки нормативов основных показателей световой чувствительности зрительной системы, изучения возможности изменения ПСЧ на фоне локального воздействия тепла или холода на кисть руки обследовано 53 здоровых испытуемых (34 девушки и 19 юношей в возрасте 18–23 года). 71 здоровый испытуемый (33 девушки и 38 юношей в возрасте от 17 до 27 лет) принял участие в более углубленном исследовании, включающем проведение СКП, исследование показателей СГ, состояния сосудов МЦР и автономной нервной системы (АНС) в условиях ЛТВ. Для оценки характера изменения тонуса различных уровней АНС в ходе ЛТВ у 33 здоровых испытуемых (24 девушки, 9 юношей в возрасте от 19 до 23 лет) нами были изучены ВРЗ и ВСР при ЛТВ.

Для исключения влияния на результаты исследования возможных суточных изменений функций зрительной или сердечно-сосудистой системы, усталости и максимальной стандартизации исследования, оно проводилось примерно в одно и то же время суток – в 9–15 ч. Каждый испытуемый был ознакомлен с сутью проводившегося исследования, ему подробно излагались требования, которые должны были выполняться в ходе исследования. У испытуемых было получено письменное согласие на участие в исследовании.

Для дополнительной оценки характера реакции сосудов МЦР глаза, СГ, изменения тонуса АНС и ПСЧ зрительной системы, а также диагностической значимости разработанных тестов часть исследований была проведена на 30 давших в письменном виде информированное согласие больных АГ I–II степени (13 девушек, 17 юношей в возрасте 19–30 лет) как на своеобразной модели нарушения регуляции тонуса сосудов, в том числе вазоспастического характера. Диагноз АГ был подтвержден клинически, продолжительность заболевания составляла не более 5 лет.

Полученные данные обработаны методами вариационной статистики. Все данные проверялись на соответствие вида распределения признака закону нормального распределения с использованием критерия Шапиро–Уилка. При представлении данных, если не указано иное, были использованы значения медианы (Me), 25-го и 75-го перцентиля: Me (25 %, 75 %). Признаки, подчиняющиеся закону нормального распределения, представлены в виде среднего арифметического и стандартной ошибки среднего арифметического ( $\bar{X} \pm s_x$ ). Достоверность дисперсионного анализа множественных сравнений оценивалась с использованием критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони либо их непараметрических аналогов при 95%-ном уровне надежности. Анализ качественных признаков проводился методом  $\chi^2$

### **Исследование порогов световой чувствительности центральных областей поля зрения**

По результатам анализа данных СКП были выявлены значимые изменения ПСЧ зрительной системы при локальном температурном воздействии (ЛТВ). В зависимости от характера выявленных изменений все здоровые испытуемые были разделены на 3 группы. В 1-ю группу были включены испытуемые, у которых в ходе ЛТВ не было выявлено изменения ПСЧ (24 человека, 33,8 %), во 2-ю – испытуемые, у которых наблюдалось значимое снижение ПСЧ по данным дисперсионного анализа повторных измерений (37 человек, 52,1 %), и в 3-ю группу – испытуемые, у которых отмечалось повышение ПСЧ (10 человек, 14,1 %) при ЛТВ. Преобладающим типом реакции на локальное тепловое воздействие было снижение ПСЧ. Величина ПСЧ у здоровых испытуемых в контроле составила  $48,9 \pm 0,12$  (таблица 1).

Таблица 1 – Пороги световой чувствительности у здоровых и больных артериальной гипертензией ( $X \pm s_x$ )

Группа	Здоровые испытуемые			Больные АГ		
	контроль	тепловое воздействие	холодовое воздействие	контроль	тепловое воздействие	холодовое воздействие
1	48,6±0,20	48,3±0,19	48,0±0,20	51,1±0,39 <sup>^</sup>	50,6±0,35 <sup>^</sup>	50,3±0,38 <sup>^</sup>
2	50,0±0,16	47,7±0,13 <sup>*</sup>	46,3±0,14 <sup>*</sup>	50,1±0,48	49,8±0,44 <sup>^</sup>	47,0±0,41 <sup>*</sup>
3	45,8±0,28	50,0±0,31 <sup>*</sup>	47,8±0,25 <sup>*</sup>	45,1±0,30	47,8±0,26 <sup>*^</sup>	47,7±0,34 <sup>*</sup>
Все группы	48,9±0,12	48,2±0,10 <sup>*</sup>	47,1±0,10 <sup>*</sup>	50,3±0,24 <sup>^</sup>	49,7±0,21 <sup>^</sup>	48,8±0,23 <sup>^</sup>

Примечание –

1. \* –  $P < 0,05$  по сравнению с контролем.

2. ^ –  $P < 0,05$  по сравнению с соответствующими значениями у здоровых испытуемых.

У 24 испытуемых 1-й группы, световая чувствительность которых была близкой ( $48,6 \pm 0,20$ ) к средним значениям, пороги световой чувствительности при ЛТВ не изменялись. У 37 испытуемых 2-й группы, исходная световая чувствительность которых была самой низкой (ПСЧ  $50,0 \pm 0,16$ ), пороги световой чувствительности понижались на 4,6 % ( $P < 0,05$ ) при действии тепла и на 7,4 % ( $P < 0,05$ ) при действии холода. У 10 испытуемых 3-й группы, исходная световая чувствительность которых была самой высокой (ПСЧ  $45,8 \pm 0,28$ ), пороги световой чувствительности повышались как на действие тепла (на 9,2 %,  $P < 0,05$ ), так и на действие холода (на 4,4 %,  $P < 0,05$ ).

У больных АГ также были выявлены значимые изменения ПСЧ при локальном температурном воздействии: 1-я группа – 15 человек (50,0 %), 2-я группа – 7 человек (23,3 %), 3-я группа – 8 человек (26,7 %). Распределение испытуемых по группам среди здоровых и больных АГ значимо различалось ( $\chi^2=7,32$ ,  $P < 0,05$ ). Представителей преобладавшей среди здоровых испытуемых 2-й группы среди больных АГ оказалось наименьшее количество.

Уровни исходной световой чувствительности у здоровых и больных артериальной гипертензией различались (табл. 1). У больных АГ средние значения ПСЧ, рассчитанные для всех испытуемых, составили  $50,3 \pm 0,24$  ( $n=30$ ), из чего следует, что их световая чувствительность оказалась ниже, чем у здоровых испытуемых, средние ПСЧ которых составили  $48,9 \pm 0,12$  ( $n=71$ ,  $P < 0,05$ ).

Более высокими ( $51,1 \pm 0,39$ ) оказались ПСЧ у больных АГ, отнесенных к 1-й группе, чем у здоровых той же группы ( $48,6 \pm 0,20$ ) ( $P < 0,05$ ). Одинаково высокими были ПСЧ у больных и здоровых 2-й группы и одинаково низкими у обеих категорий испытуемых 3-й группы. У больных АГ 3-й группы исходные значения ПСЧ были ниже по сравнению с больными, отнесенными к 1-й и 2-й группам ( $P < 0,05$ ), уровни ПСЧ у которых значимо не различались.

Больные АГ отличались от здоровых испытуемых не только величиной исходных значений ПСЧ, но и характером изменения ПСЧ при ЛТВ. ПСЧ

у больных АГ 1-й группы были достоверно выше ( $P < 0,05$ ) на всех этапах исследования по сравнению со здоровыми испытуемыми. Во 2-й и 3-й группах значимые различия между данными категориями обследованных выявлялись при действии тепла на кисть руки и не различались в контроле: у больных АГ 2-й группы в ответ на тепловое воздействие не происходило снижения ПСЧ ( $P > 0,05$ ), вследствие чего его значение было достоверно выше ( $P < 0,05$ ) при данном воздействии, чем у здоровых испытуемых. У больных 3-й группы ПСЧ значимо увеличивались при действии тепла ( $P < 0,05$ ), однако их прирост был менее интенсивен у больных АГ, чем у здоровых (6,0 % и 9,2 % от исходного уровня соответственно). Значения ПСЧ при холодовом воздействии у больных АГ во 2-й и 3-й группах не отличались от таковых у здоровых испытуемых.

Таким образом, состояние световой чувствительности сетчатки и характер ее изменения при ЛТВ можно рассматривать как чувствительный показатель реакции зрительной системы на действие тепла и холода. Учитывая высокий уровень метаболизма сетчатки глаза и кровотока в глазных сосудах, можно было предполагать, что выявленные изменения световой чувствительности связаны с характером реакции сосудов на температурные воздействия. Для выявления этой связи были проведены исследования характера изменений сосудистых реакций в различных участках сосудистого русла при исследовании ПСЧ и ЛТВ.

#### **Состояние системного кровотока при локальном температурном воздействии**

Здоровые испытуемые разных групп не отличались по исходным показателям системной гемодинамики (СГ), но отвечали различными гемодинамическими реакциями на функциональную нагрузку, связанную с определением ПСЧ. Определение ПСЧ не сопровождалось значимым изменением основных показателей гемодинамики у здоровых испытуемых 1-й и 2-й групп, что свидетельствует в пользу относительно низкой реактивности их сердечно-сосудистой системы на данную функциональную нагрузку. У здоровых испытуемых 3-й группы определение ПСЧ сопровождалось снижением ДАД (на 5,2 %) и СрАД (на 4,1 %) от исходного уровня к моменту окончания исследования и наибольшим приростом МОК (на 18,94 %,  $P > 0,05$ ), что указывает на более высокую реактивность их сердечно-сосудистой системы.

У больных АГ 1-й группы перед началом исследования отмечались большие величины САД (136 мм рт. ст.) и ПульсАД (54 мм рт. ст.) по сравнению с аналогичными показателями у больных 2-й группы (125 мм рт. ст. и 47 мм рт. ст. соответственно;  $P < 0,05$ ). Больные АГ не всегда отвечали значимыми изменениями показателей гемодинамики при определении ПСЧ.

Первоначальное снижение с последующим повышением ЧСС и МОК наблюдалось у испытуемых 1-й группы, в то время как испытуемые 2-й и 3-й групп отвечали устойчивым приростом ЧСС и МОК.

При сравнении исходных значений показателей СГ у здоровых и больных АГ было выявлено, что у больных АГ всех трех групп отмечались более высокие значения исходного уровня САД (1-я группа – 136 мм рт. ст., 2-я группа – 126 мм рт. ст., 3-я группа – 130 мм рт. ст.) по сравнению со здоровыми испытуемыми (121 мм рт. ст., 116 мм рт. ст. и 121 мм рт. ст. соответственно;  $P < 0,05$ ). Больные 1-й и 2-й групп имели также более высокие исходные значения СрАД (98 мм рт. ст. и 101 мм рт. ст. соответственно) по сравнению со здоровыми испытуемыми (90 мм рт. ст. в обеих группах;  $P < 0,05$ ). У здоровых и больных АГ 3-й группы величина СрАД перед началом исследования значимо не различалась (96 мм рт. ст. и 95 мм рт. ст. соответственно).

Здоровые испытуемые отвечали на ЛТВ как повышением, так и понижением величины показателей СГ. У испытуемых 1-й группы наблюдалось преимущественно снижение показателей СГ на тепловое воздействие и повышение – на холодное. У испытуемых 2-й группы отмечалось умеренное повышение САД в конце теплового (1,8 %) и холодного воздействия (3,6 %) и более выраженное увеличение ДАД и СрАД в ходе холодного воздействия (5,3 % и 7,8 % соответственно;  $P < 0,05$ ). Испытуемые 3-й группы реагировали понижением большинства показателей системной гемодинамики во время теплового воздействия, их значимым кратковременным приростом на 2-й минуте холодного воздействия (ДАД +11,0 %, СрАД +10,1 %) с последующим возвратом к исходному уровню.

У больных АГ 1-й группы, как и у здоровых испытуемых этой группы, наблюдалась тенденция к снижению основных показателей СГ во время локального теплового воздействия и к повышению – во время холодного воздействия. У больных 2-й и особенно 3-й групп не наблюдалось существенных изменений системной гемодинамики в ходе теплового воздействия и отмечались ее изменения симпатической направленности, что проявлялось значимым повышением ДАД, САД и СрАД на 2-й минуте холодного воздействия.

Между ПСЧ зрительной системы и показателями СГ выявлялись в большинстве случаев умеренной силы корреляционные связи, что указывает на участие не только гемодинамических, но и других факторов в формировании ПСЧ зрительной системы. Ими могут быть состояние микроциркуляции в сосудах сетчатки глаза и факторы центральной настройки световой чувствительности фоторецепторов симпатическим отделом АНС. Сила связей между ПСЧ и показателями СГ была значительно выше у больных АГ, что может указывать на формирование у них более жестких иерархических связей

в системе регуляции функций сердечно-сосудистой и зрительной систем, чем у здоровых испытуемых.

Снижение основных гемодинамических показателей при локальном воздействии тепла (САД, ДАД, СрАД, ПульсАД) в сочетании с их приростом при холодном воздействии отражает вклад в развитие реакции СГ неспецифичной общестрессорной и специфичной терморегуляторной составляющей и, с учетом повышения ПСЧ при ЛТВ, может указывать на предрасположенность к спазму системных и мозговых сосудов и рассматриваться в качестве неблагоприятных прогностических факторов развития или прогрессирования в будущем заболеваний, имеющих в своей основе нарушение регуляции тонуса сосудов.

### **Состояние сосудов микроциркуляторного русла глаза при локальном температурном воздействии**

Исходные показатели состояния сосудов МЦР бульбарной конъюнктивы глаза не отличались у здоровых испытуемых 1-й и 2-й групп. Определение порогов световой чувствительности не сопровождалось значимым изменением основных показателей состояния сосудов МЦР у здоровых испытуемых 1-й и 2-й групп, что свидетельствует в пользу относительно низкой реактивности сосудов МЦР на функциональную нагрузку в виде исследования ПСЧ.

У здоровых испытуемых 3-й группы наблюдалась достоверно меньшая длина сосудистой сети (4018 мкм в покое) и количество точек пересечения сосудов МЦР (88 в покое) в поле зрения по сравнению с испытуемыми 1-й (5331 мкм и 122 точки пересечения в покое) и 2-й групп (5548 мкм и 123 точки пересечения) в условиях покоя и после окончания контрольного исследования ПСЧ. Значимое увеличение диаметра венул после окончания контрольного исследования ПСЧ (49,20 мкм в покое и 51,11 мкм после окончания исследования ПСЧ) свидетельствует о более высокой реактивности сосудов микроциркуляторного русла глаза у испытуемых 3-й группы.

При исследовании исходных показателей состояния сосудов МЦР у больных АГ 1-й группы наблюдались достоверно большие длина сосудистой сети (6751 мкм) и количество точек пересечения сосудов (186) по сравнению с больными 2-й (4092 мкм и 126 точек пересечения) и 3-й группы (3794 мкм и 82 соответственно) и большая степень извитости сосудов (0,41), чем у больных АГ 2-й группы (0,34). При контрольном исследовании ПСЧ у больных АГ 1-й группы наблюдались значимое увеличение количества точек пересечения сосудов МЦР (186 в покое и 197 при исследовании ПСЧ;  $P < 0,05$ ), признаки замедления кровотока в сосудах конъюнктивы. У больных 2-й группы наблюдалась тенденция к увеличению, а 3-й группы – к уменьшению длины сосудистой сети, количества точек пересечения и степени извитости сосудов.

Изменения показателей состояния сосудов МЦР у здоровых испытуемых в пределах одной группы при ЛТВ, как правило, были однонаправлены. У испытуемых 1-й и 2-й групп наблюдалось увеличение количества точек пересечения сосудов, диаметра артериол и венул глаза на тепловое и холодное воздействие. У испытуемых 3-й группы наблюдалось уменьшение количества точек пересечения сосудов (88 и 74 точки;  $P < 0,05$ ) при тепловом воздействии и уменьшение длины (3720 мкм) и количества точек пересечения сосудов (77), диаметра венул (46,7 мкм) конъюнктивы глаза при холодном воздействии по сравнению с исходными показателями (4018 мкм, 88, 49,2 мкм соответственно;  $P < 0,05$ ), что свидетельствует о спастической направленности характера сосудистых реакций.

У больных АГ изменения показателей состояния сосудов МЦР на локальные температурные воздействия также носили разнонаправленный характер в различных группах. У больных 1-й группы, в отличие от здоровых испытуемых этой группы, наблюдалась тенденция к уменьшению длины сосудистой сети, количества точек пересечения и степени извитости сосудов при действии тепла и увеличение количества точек пересечения сосудов при действии холода (186 в покое и 220 при действии холода;  $P < 0,05$ ).

Улучшение микроциркуляции у больных АГ 2-й группы, проявившееся в уменьшении диаметра венул при тепловом (47,1 мкм) и холодном воздействии (50,8 мкм, в исходном состоянии 57,3 мкм;  $P < 0,05$ ) на фоне тенденции к сонаправленному увеличению длины сосудистой сети, количества точек пересечения и степени извитости сосудов МЦР при ЛТВ, указывает на роль изменения кровотока глаза в повышении световой чувствительности зрительной системы у испытуемых этой группы. В 3-й группе больных повышение порогов световой чувствительности наблюдалось на фоне сохранения наиболее низких значений показателей состояния сосудов микроциркуляторного русла глаза как при действии тепла, так и холода на кисть руки.

У здоровых испытуемых между величиной ПСЧ зрительной системы и показателями состояния сосудов МЦР глаза выявляются единичные значимые умеренной силы отрицательные корреляционные связи, что в совокупности с полученными данными о невовлеченности сосудов бульбарной конъюнктивы в терморегуляторные реакции указывает на роль в формировании порогов световой чувствительности зрительной системы не только кровотока в сосудах микроциркуляторного русла глаза, но и других факторов. Среди них могут быть факторы центральной настройки световой чувствительности фоторецепторов симпатическим отделом автономной нервной системы. Количество и сила связей между ПСЧ и показателями состояния сосудов МЦР была значительно выше у больных АГ, что может указывать на формирование у них более

жестких иерархических связей в системе регуляции локального кровотока и функции зрительной системы, чем у здоровых испытуемых.

Выявляемая у испытуемых 3-й группы бедность сосудистого рисунка в покое, сосудистая реакция, проявляющаяся уменьшением количества точек пересечения сосудов на локальное воздействие тепла и холода на кисть руки, снижением длины сосудистой сети и диаметра венул в ответ на холодное воздействие, указывают на высокий риск их предрасположенности к вазоспазму.

### **Состояние тонуса центров автономной нервной системы при локальном температурном воздействии**

У здоровых испытуемых 1-й и 2-й групп по данным анализа ВСР (стандартное отклонение нормализованных интервалов RR (SDNN) 95,5 мс и 89,8 мс соответственно) наблюдался исходно более низкий по сравнению с испытуемыми 3-й группы (SDNN 68,8 мс,  $P < 0,05$  по сравнению с 1-й группой) тонус симпатического отдела АНС. При локальном температурном воздействии у здоровых испытуемых 1-й группы тонус АНС сохранялся на относительно стабильном уровне, что могло послужить одной из причин стабильного состояния показателей СГ, состояния сосудов МЦР и ПСЧ, наблюдавшихся у испытуемых этой группы при ЛТВ.

У здоровых испытуемых 2-й группы снижение ПСЧ зрительной системы при ЛТВ было обусловлено аддитивным влиянием повышения тонуса симпатического (СНС) и парасимпатического отделов АНС с некоторым сдвигом симпато-парасимпатического баланса в сторону парасимпатической нервной системы (ПСНС) при действии холода (уменьшение отношения LF/HF от 1,39 до 0,99;  $P < 0,05$ ), повышения АД и улучшения микроциркуляции глаза.

У испытуемых 3-й группы снижение световой чувствительности зрительной системы наблюдается на фоне перенапряжения механизмов автономной регуляции: высокого исходного тонуса СНС, сохраняющегося при исследовании ПСЧ и в условиях ЛТВ (SDNN 68,8 мс, 67,1 мс, 66,3 мс, 67,9 мс соответственно), меньшей, по сравнению с другими группами, величины тонуса надсегментарного уровня регуляции деятельности сердца и сосудов и ухудшения метаболизма фоторецепторов сетчатки вследствие спазма сосудов МЦР глаза.

У больных АГ I–II степени тяжести с небольшой давностью заболевания не наблюдалось достоверных отличий исследуемых показателей ВСР в контроле по сравнению со здоровыми испытуемыми соответствующих групп, что указывает на относительную сохранность у обследованных нами больных механизмов вегетативной регуляции кровообращения.

У больных АГ 1-й и 2-й групп наблюдалась бóльшая по сравнению со здоровыми испытуемыми реактивность АНС при ЛТВ с преобладанием сдвига

симпато-парасимпатического баланса в сторону увеличения тонуса ПНС на фоне сохранения симпато-парасимпатического баланса в целом (уменьшение LF/HF с 1,43 в покое до 1,01 при исследовании ПСЧ;  $P < 0,05$ ).

У больных АГ 2-й группы по данным анализа ВСР наблюдалось увеличение тонуса ПНС (значимое снижение показателя LF, отношения LF/HF и повышение показателя HF) и менее выраженное повышение тонуса СНС (увеличение показателя SDNN) в ходе ЛТВ.

При ЛТВ у больных 3-й группы, как и у здоровых испытуемых, показатели ВСР значимо не изменялись. У больных этой группы наблюдался бóльший по сравнению с испытуемыми 1-й и 2-й групп тонус СНС (значения показателя LF, отношения LF/HF достоверно выше на всех этапах исследования) и меньший вклад надсегментарных уровней регуляции сердечной деятельности. Это обусловило наблюдаемые нами ранее явления спазма сосудов МЦР глаза и снижение световой чувствительности зрительной системы в условиях ЛТВ.

Между порогами световой чувствительности зрительной системы и показателями ВСР у здоровых и больных АГ выявлялись единичные умеренной силы и сильные корреляционные связи.

Сравнительный анализ вариабельности размеров зрачка и сердечного ритма при их синхронной регистрации позволил у 33 здоровых испытуемых выявить сдвиги показателей ВСР и ВРЗ, указывающие на противоположную направленность изменений тонуса центров АНС, расположенных на различных уровнях ЦНС (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели вариабельности сердечного ритма и вариабельности размеров зрачка у здоровых испытуемых

Исследуемый показатель	Контроль			При тепловом воздействии			При холодном воздействии		
	Me	25 %	75 %	Me	25 %	75 %	Me	25 %	75 %
Размер зрачка, мм	<b>2,26</b>	1,92	2,47	<b>2,14*</b>	1,82	2,42	<b>2,31*^</b>	1,97	2,72
SDNN	<b>80,8</b>	69,6	99,6	<b>79,2</b>	69,9	109,5	<b>88,1*^</b>	75,0	105,2
LF	<b>46,8</b>	42,2	51,4	<b>48,5*</b>	43,5	51,2	<b>46,6^</b>	44,1	50,8
HF	<b>30,8</b>	29,5	35,9	<b>30,2*</b>	27,2	34,3	<b>34,0^</b>	29,5	38,1
LF/HF	<b>1,49</b>	1,27	1,67	<b>1,60</b>	1,40	1,80	<b>1,43</b>	1,17	1,72
VLF	<b>20,4</b>	18,1	23,8	<b>20,6</b>	18,8	24,1	<b>18,4*^</b>	15,2	20,8

Примечание –

1. \* –  $P < 0,05$  по сравнению с контролем.
2. ^ –  $P < 0,05$  по сравнению с тепловым воздействием.

Одновременная оценка показателей изменения РЗ и ВСР расширяет возможности для более полного и корректного заключения об участии АНС в регуляции системного и локального кровообращения и других висцеральных функций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

Использованный в работе комплексный подход к исследованию характера сосудистых реакций на ЛТВ позволил охарактеризовать их на различных уровнях сосудистой системы и показал, что:

1. Сосудистые реакции на локальное температурное воздействие носят системный характер. Выявлены разнонаправленные изменения показателей системной гемодинамики в условиях ЛТВ как у здоровых, так и у больных АГ испытуемых разных групп, выделенных на основании характера изменения световой чувствительности при ЛТВ. При действии тепла на кисть руки наблюдается снижение показателей системной гемодинамики, а при действии холода – их повышение, что отражает вклад в развитие их реакции неспецифичной общестрессорной и специфичной терморегуляторной составляющей [2, 3, 4, 10].

2. Сосуды МЦР глаза не принимают участия в системных терморегуляторных реакциях перераспределения кровотока и разнонаправленно реагируют в различных группах испытуемых на ЛТВ. В пределах каждой из групп их реакция на действие тепла и холода, как правило, однонаправленна, что указывает на ее неспецифический общестрессорный характер. Как у здоровых, так и у больных АГ третьей группы в покое наблюдаются наименьшие значения показателей состояния сосудов МЦР глаза (длина сосудистой сети, количество точек пересечения и степень извитости сосудов, артериоларно-венулярная разница), уменьшающиеся при ЛТВ, что указывает на их вазоспастический характер [3].

3. Выявлена связь между характером кровотока и световой чувствительностью зрительной системы. Световая чувствительность как у здоровых, так и у больных АГ в большей степени зависит от состояния глазного кровотока, чем от изменения показателей системной гемодинамики. У больных АГ формируются более жесткие иерархические связи в системе регуляции функций сердечно-сосудистой и зрительной систем, чем у здоровых испытуемых [2, 3, 10].

4. Пороги световой чувствительности центральной области поля зрения у больных АГ в покое выше, чем у здоровых испытуемых:  $50,3 \pm 0,24$  и  $48,9 \pm 0,12$  соответственно. При ЛТВ у здоровых испытуемых пороги световой чувствительности не изменяются в 34 % случаев (1-я группа), уменьшаются – в 52 % случаев (2-я группа) и увеличиваются в 14 % случаев (3-я группа). У больных АГ эти показатели составляют соответственно 50 % (1-я группа), 23 % (2-я группа) и 27 % случаев (3-я группа) [1, 3, 4, 8, 9].

5. Как у здоровых, так и у больных АГ 3-й группы наблюдается большой тонус симпатического отдела АНС в покое и на фоне температурного воздействия. В ходе ЛТВ тонус центров АНС, расположенных на различных уровнях центральной нервной системы, изменяется неодинаково. Комплексная оценка показателей изменения размеров зрачка и вариабельности сердечного ритма расширяет возможности для более полного и корректного заключения об участии различных уровней АНС в регуляции гемодинамики и световой чувствительности зрительной системы [2, 5, 6, 7].

6. Повышение порогов световой чувствительности в условиях ЛТВ, увеличение тонуса сосудов МЦР конъюнктивы глаза и высокий уровень тонуса симпатического отдела АНС в этих условиях и в покое являются объективными признаками предрасположенности к вазоспазму, выявленной у 14 % здоровых молодых людей и у 27 % больных артериальной гипертензией I–II степени [1, 3, 5, 8].

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

1. Результаты проведенного исследования могут быть использованы в прикладной медицине. Разработанный комплексный подход к изучению сосудистых реакций человека при локальном температурном воздействии позволяет выявлять характер реагирования сосудов микроциркуляторного русла по информативным объективным показателям: состоянию и изменениям пороговой световой чувствительности как функции, особо чувствительной к состоянию кровотока в сетчатке глаза; состоянию сосудов МЦР конъюнктивы глаза (длина сосудистой сети, количество точек пересечения сосудов, диаметр артериол, диаметр венул, артериоло-венулярное отношение, венулярно-артериолярная разница), а также показателям, отражающим тонус различных отделов автономной нервной системы (вариабельность сердечного ритма и изменения размера зрачка). Относительная простота, неинвазивность методов, возможность количественной оценки показателей, невысокая стоимость используемого оборудования дают возможность рекомендовать его для применения в исследовательских лабораториях в качестве метода комплексного исследования сосудистых реакций человека, что открывает новые возможности для понимания патогенеза ряда заболеваний, имеющих в своей основе нарушение регуляции тонуса сосудов, а также в клинической практике в качестве метода определения характера сосудистых реакций человека и, в первую очередь, выявления предрасположенности к вазоспазму.

2. Основные результаты выполненной работы и выводы, сделанные на их основе, могут использоваться при преподавании нормальной и патологической физиологии, внутренних болезней, а также использоваться в научно-исследовательской работе и учебном процессе других кафедр вузов и НИИ медицинского и биологического профиля.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи в научных журналах

1. **Александров, Д.А.** Состояние световой чувствительности зрительной системы в условиях локального температурного воздействия / **Д.А. Александров, А.И. Кубарко** // Военная медицина. – 2008. – № 1. – С. 93–97.

2. **Александров, Д.А.** Изменение порогов световой чувствительности зрительной системы в условиях локального температурного воздействия и ее зависимость от состояния системного кровотока / **Д.А. Александров, А.И. Кубарко** // Медицинский журнал. – 2008. – № 1. – С. 18–21.

3. **Александров, Д.А.** Изменение состояния сосудов микроциркуляторного русла конъюнктивы глаза и порогов световой чувствительности у больных артериальной гипертензией в условиях локального температурного воздействия / **Д.А. Александров** // Медицинский журнал. – 2008. – № 3. – С. 28–31.

### Статьи в сборниках научных работ

4. **Александров, Д.А.** Анализ состояния световой чувствительности центральных областей зрения и параметров системной гемодинамики в условиях локального теплового и холодового воздействия у лиц молодого возраста / **Д.А. Александров** // Нейрогуморальные механизмы регуляции функций в норме и патологии : сб. науч. ст. / отв. ред. В.Н. Гурин, В.Н. Калюнов, Д.М. Попутников. – Минск, 2007. – С. 270–274.

5. **Александров, Д.А.** Состояние световой чувствительности центральных областей зрения при локальном температурном воздействии и анализ некоторых механизмов его регуляции / **Д.А. Александров** // Сигнальные механизмы регуляции физиологических функций : сб. науч. ст. / редкол.: В.В. Лысак [и др.]. – Минск, 2007. – С. 36–38.

6. **Александров, Д.А.** Вариабельность размеров зрачка и сердечного ритма в условиях локального температурного воздействия / **Д.А. Александров, В.И. Яновская, А.И. Кубарко** // Функциональные системы организма в норме и при патологии : сб. науч. ст. / редкол.: В.С. Улащик [и др.]. – Минск, 2008. – С. 60–64.

7. Кубарко, А.И. Оценка участия автономной нервной системы в регуляции висцеральных функций по данным вариабельности размеров зрачка / А.И. Кубарко, И.С. Гурский, **Д.А. Александров**, А.Ю. Шатило, В.И. Яновская // Проблемы регуляции висцеральных функций : сб. науч. ст. : в 2 кн. / редкол.: В.С. Улащик [и др.]. – Минск, 2008. – Кн. 2. – С. 99–103.

### Тезисы докладов

8. **Александров, Д.А.** Изменение световой чувствительности сетчатки в условиях локального влияния тепла и холода / **Д.А. Александров**, А.В. Сурин, О.А. Черепко // Актуальные вопросы современной медицины: материалы 56-й итоговой науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых ВГМУ, Витебск, 28–29 апр. 2004 г. / Витебск. гос. мед. ун-т ; редкол.: А.П. Солодков [и др.]. – Витебск, 2004. – С. 3–4.

9. **Александров, Д.А.** Анализ локального температурного воздействия на световую чувствительность сетчатки у лиц молодого возраста / **Д.А. Александров** // XI съезд Белорус. о-ва физиологов : тез. докл., Минск, 21–22 сент. 2006 г. / Белорус. о-во физиологов, Мин-во образования Респ. Беларусь, Мин-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т, Ин-т физиологии НАН Беларуси ; редсов.: В.Н. Гурин [и др.]. – Минск, 2006. – С. 5.

10. **Александров, Д.А.** Анализ реакций зрительной и сердечно-сосудистой систем на холодное и тепловое воздействие у лиц молодого возраста / **Д.А. Александров** // Материалы докладов XIV Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», Москва, 11–14 апр. 2007 г. / Мин-во образования и науки Российской Федерации, Москов. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова ; отв. ред. И.А. Алешковский, П.Н. Костылев. [Электронный ресурс] – М., 2007. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см.

## РЭЗІЮМЭ

Аляксандраў Дзяніс Аляксандравіч

### Характар сасудзістых рэакцый і стан светлавой адчувальнасці зрокавай сістэмы ва ўмовах лакальнага тэмпературнага ўздзеяння

**Ключавыя словы:** сасудзістыя рэакцыі, вазаспазм, светлавая адчувальнасць зрокавай сістэмы, лакальнае тэмпературнае ўздзеянне, сістэмная гемадынаміка, мікрацыркуляцыя, аўтаномная нервовая сістэма.

**Мэта работы:** устанавіць характар сасудзістых рэакцый і светлавой адчувальнасці зрокавай сістэмы на лакальнае тэмпературнае ўздзеянне і вызначыць аб'ектыўныя паказчыкі для выяўлення схільнасці да вазаспазму.

**Метады даследавання:** фізіялагічны, морфаметрычны.

**Выкарыстаная апаратура:** асцыламетрычны вымяральнік артэрыяльнага ціску Microlife BP3BT0-AP, шчылінная лампа ШЛІ-2Б, лічбавы фотаапарат Canon PowerShot A520, электраэнцэфалограф EEG-7314В, аналагава-лічбавы пераўтваральнік ADC100К-12-8, камп'ютар РС-486.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна.** Выяўлены сістэмны характар рэакцыі сасудаў на лакальнае тэмпературнае ўздзеянне і ацэнены ўклад у змяненне сістэмнай гемадынамікі неспецыфічнай агульнастрэсарнай і спецыфічнай тэрмарэгулятарнай складальнай. Змяненне гемадынамікі сасудаў мікрацыркулятарнага ручва ў гэтых умовах не было абумоўлена сістэмнымі тэрмарэгулятарнымі рэакцыямі пераразмеркавання крывацёку і рознакіравана змянялася ў розных групах падвыпрабавальных. Устаноўлена сувязь паміж характарам крывацёку, светлавой адчувальнасцю зрокавай сістэмы і тонусам аўтаномнай нервовай сістэмы. Павышэнне парогаў светлавой адчувальнасці пры лакальным тэмпературным уздзеянні, павелічэнне тонусу сасудаў мікрацыркулятарнага ручва вока і высокі ўзровень тонусу сімпатычнага аддзела аўтаномнай нервовай сістэмы падвыпрабавальных з'яўляюцца аб'ектыўнымі прыкметамі схільнасці да вазаспазму.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні.** Распрацаваны комплексны падыход да вывучэння сасудзістых рэакцый чалавека пры лакальным тэмпературным уздзеянні можа быць выкарыстаны ў даследчых лабараторыях, а таксама ў клінічнай практыцы ў якасці метаду вызначэння характару сасудзістых рэакцый чалавека, выяўлення схільнасці да вазаспазму. Атрыманыя паказчыкі могуць быць выкарыстаны ў якасці нарматыўных.

**Галіна прымянення.** Ранняя дыягностыка вазаспастычных рэакцый ва ўмовах лячэбна-прафілактычных устаноў сістэмы Міністэрства аховы здароўя Рэспублікі Беларусь, навучальны працэс кафедраў нармальнай і паталагічнай фізіялогіі, унутраных хвароб, паліклінічнай тэрапіі.

## РЕЗЮМЕ

**Александров Денис Александрович**

### **Характер сосудистых реакций и состояние световой чувствительности зрительной системы в условиях локального температурного воздействия**

**Ключевые слова:** сосудистые реакции, вазоспазм, световая чувствительность зрительной системы, локальное температурное воздействие, системная гемодинамика, микроциркуляция, автономная нервная система.

**Цель работы:** установить характер сосудистых реакций и световой чувствительности зрительной системы на локальное температурное воздействие и определить объективные показатели для выявления предрасположенности к вазоспазму.

**Методы исследования:** физиологический, морфометрический.

**Использованная аппаратура:** осциллометрический измеритель артериального давления Microlife BP3BTO-AP, щелевая лампа ЩЛ-2Б, цифровой фотоаппарат Canon PowerShot A520, электроэнцефалограф EEG-7314B, аналогово-цифровой преобразователь ADC100K-12-8, компьютер PC-486.

**Полученные результаты и их новизна.** Выявлен системный характер реакции сосудов на локальное температурное воздействие и оценен вклад в изменение системной гемодинамики неспецифичной общестрессорной и специфичной терморегуляторной составляющей. Изменение гемодинамики сосудов микроциркуляторного русла в этих условиях не было обусловлено системными терморегуляторными реакциями перераспределения кровотока и разнонаправленно изменялось в различных группах испытуемых. Установлена связь между характером кровотока, световой чувствительностью зрительной системы и тонусом автономной нервной системы. Повышение порогов световой чувствительности при локальном температурном воздействии, увеличение тонуса сосудов микроциркуляторного русла глаза и высокий уровень тонуса симпатического отдела автономной нервной системы испытуемых являются объективными признаками предрасположенности к вазоспазму.

**Рекомендации по использованию.** Разработанный комплексный подход к изучению сосудистых реакций человека при локальном температурном воздействии может быть использован в исследовательских лабораториях, а также в клинической практике в качестве метода определения характера сосудистых реакций человека, выявления предрасположенности к вазоспазму. Полученные показатели могут быть использованы в качестве нормативных.

**Область применения.** Ранняя диагностика вазоспастических реакций в условиях лечебно-профилактических учреждений системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь, учебный процесс кафедр нормальной и патологической физиологии, внутренних болезней, поликлинической терапии.

## SUMMARY

**Alexandrov Denis Alexandrovich**

### **Character of vasomotor reactions and the state of light sensitivity of the visual system under local thermal exposure**

**Key words:** vasomotor reactions, vasospasm, light sensitivity of the visual system, local thermal exposure, systemic hemodynamics, microcirculation, autonomic nervous system.

**Research aim:** to determine the character of vasomotor reactions and the light sensitivity of the visual system under local thermal exposure and to establish the objective indices for the detection of predisposition to vasospasm.

**Research methods:** physiological, biochemical.

**Equipment:** oscillometric arterial blood pressure measurer Microlife BP3BTO-AP, slit lamp SL-2B, digital photcamera Canon PowerShot A520, electroencephalograph EEG-7314B, analog-digital converter ADC100K-12-8, computer PC-486.

**The received results and their novelty.** The systemic character of vasomotor reactions to the local thermal exposure has been revealed. The contribution of non-specific general stressor and specific thermoregulatory components to the systemic hemodynamics alteration has been evaluated. The alteration of microcirculatory vessels hemodynamics has not been conditioned by the systemic thermoregulatory reactions of blood flow redistribution and has been differently directed in different test groups. The relationship has been established between the blood flow characters, visual system light sensitivity and the tone of autonomic nervous system. The objective signs of the predisposition to vasospasm are the increase of light sensitivity thresholds under local thermal exposure, the increase of eye microcirculatory vessels' tone and high tone level of the sympathetic part of autonomic nervous system of a tested person.

**Recommendations for application.** The developed integrated approach to the study of vasomotor reactions in man under local thermal exposure can be used in research laboratories and in clinical practice as a method of the vasomotor reactions character determination and the detection of predisposition to vasospasm. The indices received can be used as standards.

**Field of application.** Early diagnostics of vasospastic reactions in health care institutions of the Health Ministry of the Republic of Belarus, educational process of the Departments of Normal and Pathological Physiology, Internal Diseases and Polyclinic Therapy.

Подписано в печать 02.11.09. Формат 60×84/16. Бумага писчая «КюмЛюкс».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,4. Тираж 60 экз. Заказ 645.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.

ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.