

## РАЗНЫЕ АСПЕКТЫ

### МЕТЕОАДАПТОГЕННЫЕ СВОЙСТВА АНТИГИПОКСАНТОВ

В. П. Ганопольский, П. Д. Шабанов<sup>1</sup>

В климатической термобарокамере Табай (Япония) на здоровых добровольцах, мужчинах 20 – 24 лет, исследовали метеoadаптогенные свойства антигипоксантов цитофлавина, реамберина, гипоксена и мексидола. Все исследованные препараты обладали метеoadаптогенным действием. Его выраженность зависела от условий среды, в которых они применялись (жара, холод, высотная гипоксия). Цитофлавин оптимизировал функциональное состояние организма в условиях повышенной и пониженной температуры, а также при гипоксии. Мексидол может быть использован как адаптоген и стимулятор физической и умственной работоспособности в условиях холодового воздействия и высокогорья. Гипоксен, положительно влияя на субъективный статус и умственную работоспособность, может быть рекомендован для более быстрой адаптации к условиям жаркого климата. Реамберин, значительно повышая физическую работоспособность в условиях холодового воздействия, может быть использован как препарат выбора для спецконтингентов, находящихся в этих условиях. Все исследованные антигипоксанты могут быть использованы как адаптогены и психомоторные активаторы и рекомендованы как средства активации, поддержания и восстановления работоспособности в быстро меняющихся климатических условиях среды.

**Ключевые слова:** адаптация, перегревание, переохлаждение, гипоксия, мексидол, цитофлавин, гипоксен, реамберин

### ВВЕДЕНИЕ

Оптимизация процессов быстрой адаптации человека к меняющимся климатическим условиям остается одной из важнейших задач фармакологии здорового человека. Как только организм попадает в новые условия среды, в ответ на действие экстремального фактора включаются компенсаторно-приспособительные механизмы — срочно возникающие физиологические реакции его аварийного обеспечения. Они поддерживают гомеостаз в течение времени, необходимого для развития более устойчивых форм адаптации с формированием “структурного следа”. Основное направление этого процесса заключается в стабилизации обмена энергии и оптимизации работы систем организма [16 – 18, 23, 24]. Эта устойчивость является частью общебиологического явления адаптации в системе “организм — среда” и называется метеoadаптацией. Главным показателем и практически важным результатом адаптации является повышение работоспособности. При неблагоприятном действии факторов внешней среды работоспособность определяется степенью приспособления (адаптированностью) функций и структур органов и систем как мера соответствия организма внешним условиям [1, 27].

Мероприятия, направленные на сохранение, восстановление и повышение главного критерия деятельности — производительности труда, скорости и точности практической работы, — разделяют на применяемые постоянно и в случае необходимости. Фармакологическая коррекция функционального состояния организма относится к мероприятиям, проводимым по необходимости, когда деятельность человека проходит в условиях быстрого перемещения из одной климатической зоны в другую (силы быстрого развертывания, служащие МЧС, военнослужащие, летчики, космонавты, подводники, специалисты разного профиля, спортсмены) [3, 6, 9, 20].

Арсенал средств, применяемых в этих условиях, скуден: используются стимуляторы центральной нервной системы (препараты истощающего типа — фенилалкиламины и сиднонимины), а также природные адаптогены (настойки женьшеня, элеутерококка, заманихи, левзеи, родиолы розовой, из пантов марала, рогов северного оленя), витамины, ноотропы и ноотропоподобные препараты (пирacetам, фенибут, пантогам), биологически активные добавки к пище соответствующей направленности [11, 12]. Систематического изучения этих препаратов с точки зрения повышения метеоустойчивости организма к повреждающим факторам внешней среды не проводилось или оно проводилось ограниченно в основном для спецконтингентов [8].

Экстремальные факторы среды вызывают предельно допустимое напряжение компенсаторных реакций,

<sup>1</sup> Кафедра фармакологии (зав. — проф. П. Д. Шабанов) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова МО РФ, Санкт-Петербург, 194044, ул. Акад. Лебедева, 6.  
E-mail: pdshabanov@mail.ru

обеспечивающих сохранение гомеостаза, что в итоге может сформировать состояние дезадаптации и даже развитие критических состояний. Эти нарушения носят универсальный или типовой характер и сопровождаются гипоксией, которая характеризуется нарушением окисления субстратов в тканях организма вследствие затруднения или блока транспорта электронов в дыхательной цепи. Наиболее выраженные изменения возникают в органах и тканях, имеющих высокий уровень обменных процессов, — головном мозге, работающих мышцах, печени [2, 8, 25, 26]. Некоторые фармакологические агенты антигипоксической направленности (гутимин, бемитил, гипоксен, мексидол), уменьшая или ликвидируя последствия кислородного голодания, проявляют адаптогенное действие. Эффекты этих препаратов реализуются на клеточном уровне и направлены на оптимизацию работы дыхательной цепи [14]. Было выдвинуто предположение о наличии подобных свойств у других препаратов группы антигипоксантов, в частности, субстратных антигипоксантов (реамберин, цитофлавин), вошедших в практическое использование в последние годы. Поэтому целью исследования было изучение метеоадаптогенных эффектов антигипоксических средств реамберина, цитофлавина, гипоксена и мексидола при экстремальных воздействиях среды.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в климатической камере Табай (Япония) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова. Технические возможности камеры позволяют имитировать климатические условия любой географической точки земного шара [15, 22]. В исследовании принимали участие 80 человек. Все испытуемые — добровольцы, мужчины в возрасте от 20 до 24 лет, по состоянию здоровья годные к службе в вооруженных силах. Исследование проводили в 3 этапа на протяжении 3 дней. Продолжительность каждого этапа исследования составила 4–5 ч (для одного испытуемого 2,5 ч). Первый этап — оценка работоспособности в условиях пониженных температур (температура внешней среды –10 °С, скорость движения воздуха 2,5 м/с). Второй этап — оценка работоспособности в условиях повышенных температур (температура внешней среды 45 °С, относительная влажность 80 %). Третий этап — оценка работоспособности в условиях высокогорья (высота над уровнем моря 3000 м, температура внешней среды 18 °С, скорость подъема 5 м/с, рО<sub>2</sub> 109,9 мм рт. ст.). На всех этапах исследования продолжительность пребывания в камере составила 40 мин.

В процессе исследования у испытуемых, находящихся в состоянии покоя, регистрировали физиологические показатели: систолическое и диастолическое артериальное давление, частоту сердечных сокращений, частоту дыхания, максимальное потребление кислорода (МПК, л), минутный объем дыхания, максима-

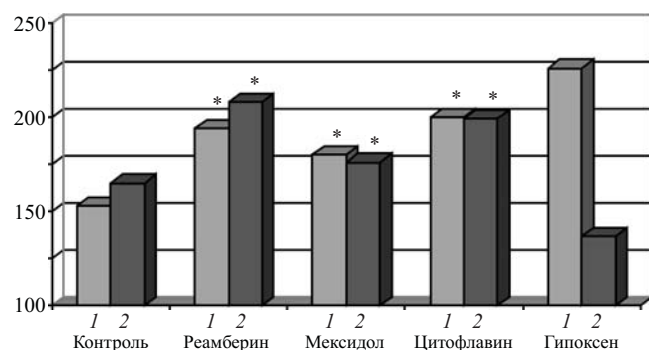
льное мышечное усилие (ММУ; кистевая динамометрия, кг) левой и правой рукой. После этого проводили функциональные пробы: статическую и динамическую треморометрию (оценка тонких координированных движений), статозргометрическую нагрузочную пробу РWC<sub>170</sub>. Затем испытуемые выполняли тестовые задания по методикам: “арифметический счет” (оценка умственной работоспособности и скорости мыслительных процессов при выполнении простых арифметических действий), САН (самочувствие, активность, настроение), самооценки состояния по Спилбергеру — Ханину (оценка тревожности) [13, 19]. После этого испытуемых помещали в климатическую камеру Табай, где при воздействии экстремальных климатических факторов (в соответствии с этапом исследования) повторно регистрировали все описанные выше психофизиологические показатели. Схема проведения исследований на всех этапах была аналогичной, за исключением условий внешней среды внутри климатической камеры.

На каждом этапе исследований добровольцы получали одно из фармакологических средств: цитофлавин (раствор, содержащий 10 % янтарной кислоты, 2 % инозина, 1 % никотинамида, 0,2 % рибофлавина мононуклеотида), реамберин 3 мг, мексидол 10 мг (все три препарата по 0,2 мл в виде капель в нос), гипоксен 0,25 г (капсулы внутрь). В каждую группу входило 17–18 добровольцев. Группа, в которой оценивали плацебо-эффект (принимали капсулы, содержащие крахмал, по внешнему виду соответствовавшие капсулам гипоксена, или получали интраназально капли 0,9 % раствора хлорида натрия), составила 9 человек на каждом этапе. За контроль взяты показатели, полученные в этой группе испытуемых при ранее проводимых испытаниях при таких же условиях (гипертермия, гипотермия, высотная гипоксия), но без приема каких-либо препаратов. Исследование одобрено Комитетом по вопросам этики Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова.

Фармакологические средства или плацебо испытуемые получали за 30 мин при интраназальном введении и за 45 мин при приеме внутрь (капсулы) до начала каждого этапа исследования. Во время проведения исследования испытуемые были одеты в кроссовки, хлопчатобумажные рубашки, брюки и нижнее белье.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование влияния препаратов на функциональное состояние испытуемых в условиях пониженных температур выявило следующие закономерности (табл. 1). Действие мексидола, цитофлавина и реамберина на показатели физической работоспособности (проба РWC<sub>170</sub>) в условиях низкой температуры было положительным (повышение на 11, 30 и 35 % соответственно по сравнению с контрольной группой и группой плацебо) и в целом совпадало с данными, полученными при применении препаратов до воздействия



Динамика физической работоспособности при воздействии пониженных температур (проба PWC<sub>170</sub>, Вт).

1 — до камеры, 2 — в камере.

экстремального фактора. При этом у реамберина показатели физической работоспособности в холодových условиях были на 7 % выше ( $p < 0,05$ ), чем в термокомфортных условиях. Действие гипоксена в условиях действия холода снижало показатели физической работоспособности до уровня группы плацебо (рисунок). На всех этапах исследования средние показатели физиологических параметров в группе контроля (без фармакологического воздействия) и в группе, получавшей плацебо, достоверно не отличались. Анализ полученных данных будет производиться с учетом показателей, полученных в группе плацебо (активный контроль).

Показатели умственной работоспособности (методика “арифметический счет”) для мексидола в холодových условиях были в 6 раз выше соответствующих

значений группы плацебо. Действие всех исследуемых антигипоксантов на субъективный статус испытуемых при воздействии экстремального холодого фактора характеризовалось следующими особенностями: в тесте САН — улучшением самочувствия, повышением активности и настроения по отношению к группе активного контроля.

Таким образом, в условиях холодого воздействия наиболее выраженное положительное действие на физиологический компонент функционального состояния оказывал реамберин, в меньшей степени мексидол и цитофлавин. Мексидол, напротив, был активен для повышения умственной работоспособности.

В условиях повышенных температур (табл. 2) только цитофлавин поддерживал достоверно высокие показатели физической работоспособности ( $p < 0,05$ ). При исследовании умственной работоспособности по методике “арифметический счет” применение гипоксена уменьшало количество ошибочных действий в 4 раза ( $p < 0,05$ ). Следует отметить, что все исследуемые препараты стабилизируют состояние субъективного статуса. При этом улучшается самочувствие, повышается активность и настроение ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, при воздействии высокой температуры цитофлавин оказывал наибольшее положительное влияние на физиологический компонент функционального состояния испытуемых. Адаптогенный тип действия в отношении субъективного статуса регистрировали для всех препаратов, при этом сохранялись высокие показатели по методике САН.

Таблица 1. Показатели функционального состояния организма в условиях пониженных температур ( $X \pm m$ )

Группа испытуемых	Препарат	PWC <sub>170</sub> , Вт	Арифметический счет		САН, баллы		
			число действий	число ошибок	самочувствие	активность	настроение
<i>До входа в климатическую камеру</i>							
Основная	Мексидол (n = 18)	180,9 ± 2,8*	10,1 ± 0,9	1,5 ± 0,5	5,8 ± 0,4	5,6 ± 0,4	5,8 ± 0,6
	Цитофлавин (n = 18)	200,4 ± 3,4*	11,9 ± 1,1	1,2 ± 0,4	6,2 ± 0,1*	6,1 ± 0,2*	6,3 ± 0,3*
	Гипоксен (n = 18)	226,9 ± 9,8*	10,3 ± 0,8	0,9 ± 0,5	6,2 ± 0,1*	5,9 ± 0,1*	6,3 ± 0,1*
	Реамберин (n = 17)	194,2 ± 4,1*	10,5 ± 0,7	1,2 ± 0,3	6,2 ± 0,1*	5,8 ± 0,2*	6,2 ± 0,2*
Плацебо (n = 9)		159,1 ± 3,4	9,69 ± 0,69	1,15 ± 0,6	5,55 ± 0,22	5,16 ± 0,25	5,64 ± 0,35
<i>В климатической камере</i>							
Основная	Мексидол (n = 18)	176,1 ± 2,9*	9,1 ± 1	0,2 ± 0,1*	6,1 ± 0,2*	5,8 ± 0,4	6,3 ± 0,3*
	Цитофлавин (n = 18)	199,9 ± 3,9*	9,2 ± 1,8	1,0 ± 0,5	6,3 ± 0,2*	5,9 ± 0,4*	6,4 ± 0,2*
	Гипоксен (n = 18)	137,5 ± 29,8	9,7 ± 0,9	0,7 ± 0,3	6,3 ± 0,2*	6,2 ± 0,3*	6,4 ± 0,2*
	Реамберин (n = 17)	208,4 ± 5,0*	7,3 ± 0,8*	0,7 ± 0,5	6,3 ± 0,1*	5,8 ± 0,2*	6,3 ± 0,2*
Плацебо (n = 9)		162,4 ± 2,1	10 ± 0,6	1,2 ± 0,6	5,4 ± 0,2	5,1 ± 0,4	5,5 ± 0,3

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3 различия достоверны:

\* — при сравнении с группой плацебо при  $p < 0,05$ .

В условиях гипобарической гипоксии, или высокогорья (табл. 3) мексидол и цитофлавин оказывают стабилизирующее действие на физиологические показатели после нагрузки (проба PWC<sub>170</sub>). Существенного влияния на умственную работоспособность исследуемые препараты в условиях гипоксии не оказывают. Применение всех антигипоксантов поддерживало высокие показатели по шкале САН.

Наиболее выраженное адаптогенное действие (главным образом на показатели физической работоспособности) продемонстрировал цитофлавин, который оптимизировал все исследуемые физиологические параметры. Действие мексидола характеризуется более выраженным по сравнению с цитофлавином действием на показатели умственной работоспособности. Реамберин проявил выраженные адаптогенные свойства лишь на показатели физической работоспособности в условиях холода, повышая самооценку по методике САН.

Антигипоксанты реамберин, мексидол и цитофлавин сходны по строению, в их состав входит янтарная кислота, которая является субстратом энергетического обмена. Эти препараты повышают устойчивость организма к кислородозависимым состояниям (интенсивная физическая нагрузка) за счет активации энергосинтезирующей функции митохондрий, влияния на содержание биогенных аминов и улучшения синаптической передачи. Кроме того, сукцинат сам включается в работу дыхательной цепи, повышая ее эффективность. Действие препаратов на субъективный статус в условиях экстремального воздействия окружающей среды подтверждает высказанные нами предположения о стабилизирующем действии ноотро-

пов на быструю адаптацию к меняющимся температурным факторам среды за счет способности, в частности, сукцината, модулировать рецепторные комплексы мембран мозга, возможно, рецепторы ГАМК, бензодиазепина, ацетилхолина, усиливая их способность к связыванию [22]. Входящий в состав цитофлавина инозин, который является пуриновым нуклеозидом, участвует во внутриклеточном метаболизме, повышая активность ряда ферментов, в том числе лактатдегидрогеназы, способствует накоплению окисленных форм НАД, необходимых для поддержания гликолитической продукции и восстановления электролитного баланса клетки. Цитофлавин также содержит в своем составе витамины никотинамид (РР) и рибофлавин (В<sub>2</sub>), которые за счет оптимизации функционального состояния ЦНС, обмена веществ и трофики тканей оказывают адаптационно-трофический эффект [5, 7, 10, 27 – 29].

Действие гипоксена характеризуется положительным влиянием на умственную работоспособность в условиях жаркого климата. Благодаря наличию в структуре гипоксена фенольного комплекса и тиосульфатной группировки он обладает ярко выраженными антирадикальными свойствами, что позволяет ему снизить функциональное напряжение системы кровообращения при физической нагрузке, в том числе в условиях гипоксии. Его положительный ноотропоподобный эффект по отношению к субъективному статусу, по видимому, связан с повышением эффективности тканевого дыхания в постгипоксическом периоде за счет быстрого окисления восстановленных эквивалентов (НАДФН<sub>2</sub>, НАДФ) в механизме шунтирования и нормализации процессов дыхания в тканях с наиболее

Таблица 2. Показатели функционального состояния организма в условиях повышенных температур ( $X \pm m$ )

Группа испытуемых	Препарат	PWC <sub>170</sub> , Вт	Арифметический счет		САН, баллы		
			число действий	число ошибок	самочувствие	активность	настроение
<i>До входа в климатическую камеру</i>							
Основная	Мексидол (n = 18)	178,6 ± 3,7*	9,3 ± 0,9*	0,8 ± 0,3	6,2 ± 0,1*	5,9 ± 0,3*	6,4 ± 0,3*
	Цитофлавин (n = 18)	201,6 ± 3,8*	12,6 ± 1,6	1,4 ± 0,6	6,1 ± 0,2*	5,9 ± 0,3*	6,3 ± 0,3*
	Гипоксен (n = 18)	233,7 ± 15,9*	9,9 ± 0,8	0,93 ± 0,52	6,3 ± 0,2*	6,0 ± 0,2*	6,3 ± 0,2*
	Реамберин (n = 17)	191,4 ± 4,9*	10,4 ± 0,5	1,4 ± 0,4	6,2 ± 0,1*	5,8 ± 0,2*	6,1 ± 0,2
Плацебо (n = 9)		164,0 ± 1,9	11 ± 0,6	0,9 ± 0,2	5,5 ± 0,2	5,3 ± 0,2	5,5 ± 0,5
<i>В климатической камере</i>							
Основная	Мексидол (n = 18)	151,5 ± 6,9	10,4 ± 1,6	1,0 ± 0,5	6,1 ± 0,2*	5,8 ± 0,4*	6,3 ± 0,3*
	Цитофлавин (n = 18)	177,6 ± 9,2*	11,3 ± 1,7	0,4 ± 0,3	6,0 ± 0,2*	5,9 ± 0,2*	6,3 ± 0,2*
	Гипоксен (n = 18)	148,5 ± 20,4	11,3 ± 1,9	0,2 ± 0,1*	6,4 ± 0,2*	6,1 ± 0,3*	6,4 ± 0,2*
	Реамберин (n = 17)	145,4 ± 8,2	8,7 ± 1,1	0,67 ± 0,3	5,8 ± 0,1*	5,5 ± 0,3*	5,9 ± 0,4*
Плацебо (n = 9)		152,2 ± 1,3	10,9 ± 1,3	0,8 ± 0,2	5,3 ± 0,2	4,9 ± 0,3	5,3 ± 0,2

Таблица 3. Показатели функционального состояния организма в условиях высокогорья ( $X \pm m$ )

Группа испытуемых	Препарат	PWC <sub>170</sub> , Вт	Арифметический счет		САН, баллы		
			число действий	число ошибок	самочувствие	активность	настроение
<i>До входа в климатическую камеру</i>							
Основная	Мексидол (n = 18)	179 ± 4,1*	8,9 ± 1,1	0,9 ± 0,3	6,1 ± 0,2*	6,1 ± 0,3*	6,3 ± 0,3*
	Цитофлавин (n = 18)	202,3 ± 3,7*	12,1 ± 1,3	1,3 ± 0,5*	6,1 ± 0,2*	5,9 ± 0,2*	6,3 ± 0,2*
	Гипоксен (n = 18)	223,9 ± 13,6*	9,6 ± 0,9	1,0 ± 0,5	6,1 ± 0,1*	5,9 ± 0,2*	6,3 ± 0,2*
	Реамберин (n = 17)	192,4 ± 4,4*	10 ± 0,7	1,3 ± 0,4*	6,2 ± 0,1*	5,9 ± 0,2*	6,2 ± 0,2*
Плацебо (n = 9)		162,1 ± 4,7	10,1 ± 0,84	0,6 ± 0,2	5,5 ± 0,2	5,2 ± 0,24	5,6 ± 0,4
<i>В климатической камере</i>							
Основная	Мексидол (n = 18)	172,1 ± 3,7*	11,6 ± 1,9	1,5 ± 0,6*	5,9 ± 0,3	5,8 ± 0,4*	6,3 ± 0,3*
	Цитофлавин (n = 18)	207,6 ± 6,9*	10,6 ± 1,1	1,3 ± 0,7	5,9 ± 0,2*	5,7 ± 0,2*	6,3 ± 0,2*
	Гипоксен (n = 18)	173,8 ± 21,4	9,2 ± 1,3	0,4 ± 0,2	6,1 ± 0,2*	5,8 ± 0,2*	6,3 ± 0,2*
	Реамберин (n = 17)	145,0 ± 8,8	10,0 ± 1,4	0,8 ± 0,5	6,2 ± 0,2*	5,7 ± 0,3*	6,3 ± 0,3*
Плацебо (n = 9)		153,6 ± 3,5	9,5 ± 1,0	0,6 ± 0,3	5,4 ± 0,3	4,6 ± 0,1	5,6 ± 0,22

высоким уровнем активности (головной мозг, сердечная мышца, печень и др.) [4, 14].

Таким образом, действие антигипоксических препаратов наиболее выражено проявлялось в условиях воздействия пониженной температуры и гипоксии. Только цитофлавин как комбинированный препарат, обладающий свойствами антигипоксического, нейропротекторного и ноотропного средства, проявил активизирующее действие при всех исследуемых условиях внешней среды.

В исследовании в качестве метеoadаптогенов были выбраны антигипоксанты мексидол, цитофлавин, гипоксен и реамберин. Данные препараты обладают адаптогенными и энергостабилизирующими свойствами [21]. Все препараты, содержащие компоненты энергетического обмена, применяли интраназально. Этот путь введения является предпочтительным, при этом концентрация применяемых веществ в десятки раз меньше чем терапевтическая при введении традиционно (внутрь, парентерально). Простота применения, малые дозы действующих веществ, отсутствие субъективных жалоб, быстрота наступления желаемого эффекта, анатомическая близость структур головного мозга и особенность оттока венозной крови из полости носа, в связи с чем облегченное проникновение через гематоэнцефалический барьер [10], делают интраназальный путь введения перспективным в практике спецконтингентов и при массовом применении.

## ВЫВОДЫ

1. Цитофлавин, наилучшим образом оптимизирующий функциональное состояние организма, может

быть использован как метеoadаптоген в условиях жаркого и холодного климата, а также при гипоксии.

2. Мексидол может быть использован как адаптоген и стимулятор физической и умственной работоспособности только в условиях холодного воздействия и высокогорья.

3. Гипоксен, положительно влияющий на субъективный статус и умственную работоспособность, может быть рекомендован для более быстрой адаптации к условиям жаркого климата.

4. Реамберин значительно повышает физическую работоспособность в условиях холодного воздействия и может быть использован как препарат выбора для спецконтингентов, находящихся в этих условиях.

5. Все исследованные антигипоксанты (мексидол, цитофлавин, гипоксен, реамберин) обладают адаптогенным действием. Выраженность адаптогенного действия зависит от условий среды, в которых они применяются. Они могут быть использованы как адаптогены и психомоторные активаторы и рекомендованы как средства активации, поддержания и восстановления работоспособности в быстро меняющихся климатических условиях среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Аверьянов, *Физиология трудовой деятельности*, В. И. Медведов (ред.), Наука, Санкт-Петербург (1993), сс. 62 – 83.
2. А. Н. Ажаев, *Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур*, Наука, Москва (1979), сс. 1 – 279.
3. Ф. Б. Березин, *Психическая и психофизиологическая адаптация человека*, Ленинград (1988), сс. 1 – 260.

4. С. А. Бойцов, И. М. Шалин, Ю. В. Овчинников, *Матер. конф. "Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения"*, Санкт-Петербург (1995), сс. 347 – 348.
5. И. Г. Болдина, В. Г. Миловский, *Антигипоксанты и актопротекторы: Итоги и перспективы*, Санкт-Петербург (1994), с. 19.
6. В. М. Виноградов, Ю. Г. Бобков, *Фармакологическая регуляция состояния дезадаптации*, Москва (1986), сс. 3 – 11.
7. В. М. Виноградов, А. В. Смирнов, *Антигипоксанты и актопротекторы: Итоги и перспективы*, Санкт-Петербург (1994), с. 23.
8. В. М. Виноградов, О. Ю. Урюпов, *Фармакол. и токсикол.*, **48**(4), 9 – 20 (1985).
9. А. М. Войтенко, *Средства и методы сохранения и восстановления профессиональной работоспособности операторов*, Санкт-Петербург (2002), сс. 1 – 215.
10. Т. А. Воронина, *Психофармакол. и биол. наркол.*, **1**(1), 2 – 12 (2000).
11. В. П. Ганапольский, А. А. Елистратов, П. В. Александров, *Матер. Всерос. научно-практич. конф. "Актуальные вопросы повышения работоспособности и восстановления здоровья военнослужащих и гражданского населения в условиях чрезвычайных ситуаций"*, Ю. В. Лобзин (ред.), Санкт-Петербург (2006), с. 2.
12. В. П. Ганапольский, А. А. Елистратов, П. А. Александров и др., *Вест. Рос. Воен.-мед. акад.*, **20**(4), 62 – 67 (2007).
13. В. П. Загрядский, З. К. Сулимо-Самуйло, *Методы исследования в физиологии труда*, Санкт-Петербург (1991), сс. 1 – 110.
14. И. В. Зарубина, П. Д. Шабанов, *Молекулярная фармакология антигипоксантов*, Н-Л, Санкт-Петербург (2004), сс. 1 – 368.
15. А. Г. Зимин, А. В. Яковлев, *Руководство по организации физиолого-гигиенических исследований на климатической гитобарокамере "Табай"*, ВМедА, Санкт-Петербург (2006), сс. 1 – 55.
16. И. П. Короленко, *Психофизиология человека в экстремальных условиях*, Медицина, Ленинград (1978), сс. 1 – 272.
17. В. И. Медведев, *Устойчивость физиологических и психологических функций человека при действии экстремальных факторов*, Наука, Ленинград (1982), сс. 1 – 104.
18. В. С. Новиков, Е. Б. Шустов, В. В. Горанчук, *Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях*, Наука, Санкт-Петербург (1998), сс. 1 – 543.
19. В. С. Новиков, В. П. Андрианов, В. Н. Бортновский и др., *Методы исследования в физиологии военного труда*, Воениздат, Москва (1993), сс. 1 – 240.
20. И. А. Сапов, *Физиология подводного плавания и аварийно-спасательного дела*, И. А. Сапов (ред.), ВМедА, Ленинград (1986), сс. 38 – 41.
21. П. Д. Шабанов, *Рос. аптеки*, 7 – 8, 4 (2003).
22. П. Д. Шабанов, В. П. Ганапольский, П. А. Александров, *Экспер. и клин. фармакол.*, **70**(6), 41 – 47 (2007).
23. П. Д. Шабанов, В. П. Ганапольский, И. В. Зарубина и др., *Нейронауки*, **2**(3), 43 – 48 (2006).
24. П. Д. Шабанов, В. П. Ганапольский, А. Б. Жумашева и др., *Вестн. Рос. Воен.-мед. акад.*, **1**, 53 – 57 (2006).
25. Ю. Н. Шанин, В. Ю. Шанин, Е. В. Зиновьев, *Антиоксидантная терапия в клинической практике*, Элби-СПб, Санкт-Петербург (2003), сс. 1 – 237.
26. В. Ю. Шанин, *Патофизиология критических состояний*, Элби-СПб, Санкт-Петербург (2003), сс. 1 – 436.
27. В. И. Шостак, С. А. Лытаев, *Физиология психической деятельности человека*, Деан, Санкт-Петербург (1999), сс. 1 – 128.
28. А. И. Федин, *Вест. СПб мед. академии им. И. И. Мечникова*, **1**, 13 – 19 (2005).
29. С. Б. Французова, В. Я. Кривилевич, В. П. Пархонюк, *Фармакол. и токсикол.*, **52**(1), 115 – 118 (1989).

Поступила 22.02.08

## METEOADAPTOGENIC PROPERTIES OF ANTIHYPOXIC DRUGS

V. P. Ganapolskii and P. D. Shabanov \*

Department of Pharmacology, Military Medical Academy, ul. Akademika Lebedeva 6, St. Petersburg, 194044, Russia

\* e-mail: pdshabanov@mail.ru

The meteoadaptogenic properties of antihypoxic drugs (citoflavin, reamberin, hypoxen, mexidol) have been studied in climate thermobarocomplex Tabai (Japan) on a group of healthy volunteers aged 20 – 24. It is established that all these drugs produce a meteoadaptogenic effect, the degree of which depends on the environment conditions (overcooling, overheating, hypobaric hypoxia). Citoflavin optimized the functional state in both cold and hot climate as well as under hypobaric hypoxia conditions. Mexidol can be classified as an adaptogen and both menthal and physical actoprotector under overcooling or hypobaric hypoxia conditions (highlands). Hypoxen, which positively affects the psychological component of the functional state and enhances psychomotor activity, can be used for rapid adaptation to a hot climate. Reamberine significantly increases the physical component of the functional state under cold conditions and can be considered as a psychomotor enhancer and adaptogen for the regions of cold climate. Therefore, all the drugs studied (citoflavin, reamberin, hypoxen, mexidol) can be recommended as the means of activation, support, and recovery of physical and psychological efficiency under rapidly changing environment conditions.

**Key words:** Adaptation, overheating, overcooling, hypoxia, mexidol, citoflavin, hypoxen, reamberin