



© Л. А. Сорокина, Л. Г. Буйнов, Н. Н. Плахов, Р. И. Айзман

DOI: [10.15293/2226-3365.1801.14](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1801.14)

УДК 616.281-085

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОРТЕКСИНА И ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СТАТОКИНЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Л. А. Сорокина, Л. Г. Буйнов, Н. Н. Плахов (Санкт-Петербург, Россия),  
Р. И. Айзман (Новосибирск, Россия)

**Проблема и цель.** Фундаментальные и прикладные исследования, направленные на оптимизацию деятельности функциональной системы статокINETической устойчивости человека, сейчас являются актуальным направлением в области физиологии труда. Целью работы стало исследование эффективности курсового применения пептидного биорегулятора «Кортексин» в сочетании с активными физическими упражнениями для повышения статокINETической устойчивости человека.

**Методология.** В исследовании участвовали 28 здоровых мужчин 20–22 лет (17 человек – экспериментальная группа, 11 человек – контрольная). В качестве раздражителя вестибулярного аппарата использовали метод непрерывной кумуляции ускорений Кориолиса (НКУК). Для повышения статокINETической устойчивости применяли кортексин в сочетании с активными физическими тренировками, используя модифицированную пробу А. И. Яроцкого (МПЯ).

**Результаты.** Показано, что у испытуемых экспериментальной группы, получавших кортексин в сочетании с МПЯ, по сравнению с исходными показателями достоверно увеличилось время переносимости НКУК. Одновременно отмечено уменьшение степени выраженности вестибулосенсорных, вестибуловегетативных, вестибулосоматических реакций, что свидетельствует об улучшении статокINETической переносимости в пробе НКУК испытуемыми

**Сорокина Людмила Александровна** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры медико-валеологических дисциплин, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена.

E-mail: [lux-86@mail.ru](mailto:lux-86@mail.ru)

**Буйнов Леонид Геннадьевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медико-валеологических дисциплин, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена.

E-mail: [buynoff@yandex.ru](mailto:buynoff@yandex.ru)

**Плахов Николай Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор кафедры медико-валеологических дисциплин, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена.

E-mail: [gp.aig@mail.ru](mailto:gp.aig@mail.ru)

**Айзман Роман Иделевич** – доктор биологических наук, профессор, директор научно-исследовательского института здоровья и безопасности жизнедеятельности, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет.

E-mail: [aizman.roman@yandex.ru](mailto:aizman.roman@yandex.ru)



экспериментальной группы. Положительная динамика исследуемых показателей в экспериментальной группе подтверждается данными статического стабиллометрического теста комплексной функциональной компьютерной стабิโลграфии (КФКС). Так, в пробах с открытыми и закрытыми глазами отмечено уменьшение скорости увеличения длины и площади статокнезиограммы, амплитуды колебаний (АК), проекции общего центра тяжести (ПОЦТ) во фронтальной и сагиттальной плоскостях, коэффициента асимметрии (КА) во фронтальном и сагиттальном направлениях.

**Заключение.** Полученные результаты позволяют рекомендовать применение пептидного биорегулятора «Кортексин» в сочетании с физическими упражнениями для оптимизации деятельности центральной нервной системы и повышения статокINETической устойчивости человека.

**Ключевые слова:** статокINETическая устойчивость; компьютерная стабילוграфия; функциональное состояние; профессиональная работоспособность; кортексин.

### Постановка проблемы

В связи с постоянным совершенствованием средств передвижения, освоением наземных, водных, воздушных, космических пространств, проблема повышения статокINETической устойчивости человека становится все более актуальной в ряду нерешенных проблем современной медицины и физиологии труда [2; 17]. Так, в работах последних лет убедительно показано, что напряженный ритм жизнедеятельности и усиливающееся воздействие привычных ранее внешних факторов ведет к углублению противоречий между сложностью решаемых человеком задач и его ограниченными психофизиологическими возможностями [1; 3; 20]. В свою очередь, использование скоростных видов транспорта ведет к более выраженному воздействию на организм человека факторов передвижения, влияющих на состояние вестибулярного аппарата [5; 7; 18]. При их чрезмерном воздействии проявляется негативное влияние на самочувствие и функциональ-

ное состояние организма, качество деятельности и профессиональную надежность соответствующих специалистов [30; 37; 38].

Так, в работах E. Hallgren показано, что напряженный ритм жизнедеятельности все чаще провоцирует у человека повышение уровня нервно-эмоционального напряжения. Это, в свою очередь, приводит к преждевременному развитию утомления, ухудшению самочувствия и качеству профессиональной деятельности [26; 27; 29]. По мнению S. Ohyama, одной из причин этого является несостоятельность функциональной системы статокINETической устойчивости человека [6; 35].

Анализ статистических данных свидетельствует о том, что число инцидентов, аварий и катастроф, произошедших по причине нарушения пространственной ориентировки, возникновения иллюзорных ощущений на основе развития симптомокомплекса укачивания, за последние десятилетия имеет выраженную тенденцию к увеличению<sup>1</sup> [34]. Это

<sup>1</sup> Whitney S. L., Hudak T., Marchetti G. F. The dynamic gait index relates to self-reported fall history in individuals with vestibular dysfunction // Journal of Vestibular Research: Equilibrium and Orientation. – 2000. – Vol. 10, № 2. – P. 99–105; Глазников Л. А., Дворянчиков В. В., Егоров В. И., Сыроежкин Ф. А., Буйнов Л. Г., Мельник А. М. Медицинская помощь при травмах лор органов в условиях чрезвычайных ситуаций // Victims In Emergency Situations. Management, Trauma and Ptsd, Pharmacology, Rehabilitation, Innovations. – Нью-Йорк: Xlibris LLC, 2014. – С. 260–320.

ров В. И., Сыроежкин Ф. А., Буйнов Л. Г., Мельник А. М. Медицинская помощь при травмах лор органов в условиях чрезвычайных ситуаций // Victims In Emergency Situations. Management, Trauma and Ptsd, Pharmacology, Rehabilitation, Innovations. – Нью-Йорк: Xlibris LLC, 2014. – С. 260–320.



обстоятельство требует поиска новых и совершенствования имеющихся подходов к решению проблемы расширения функциональных диапазонов и увеличения резервных возможностей человека, деятельность которого связана с активным перемещением в пространстве [8; 16; 40].

До недавнего времени методологическая концепция функционирования вестибулярного анализатора, антигравитационной и статокINETической устойчивости человека базировалась на чисто рефлекторных механизмах развития вестибулосоматических, вестибуло-вегетативных, вестибулосенсорных реакций и отражала принцип морфофункционального единства, в рамках которого невозможно было объяснить причину и механизм ее снижения [9; 11; 21].

В настоящее время принято считать, что ответная реакция организма на статокINETические воздействия является интегральным ответом всех сенсорных систем организма человека [12; 14; 19]. Признание этого ориентирует специалистов, занимающихся разработкой новых и совершенствованием имеющихся средств и методов повышения статокINETической устойчивости, на применение перспективного методологического подхода с позиции теории функциональных систем П. К. Анохина<sup>2</sup>, который базируется на следующих принципиально новых теоретических положениях:

<sup>2</sup> Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. – 197 с.

<sup>3</sup> Бадалов В. И., Беляков К. В., Бойко Э. В. и др. Медицина чрезвычайных ситуаций. Организация. Клиника. Диагностика. Лечение. Реабилитация. Инновации. – Казань: Казанский федеральный университет, 2015. – 777 с.; Буйнов Л. Г., Сорокина Л. А. Профилактика летных происшествий и воздушных катастроф. Оценка вестибулярной устойчивости летно-

– целостный подход к оценке реакций организма на действие разнообразных факторов передвижения, в основе которых лежит организующая роль центральной нервной системы (ЦНС) в формировании единой функциональной системы статокINETической устойчивости;

– основной целью формирования единой функциональной системы статокINETической устойчивости является достижение конечного приспособительного результата действия, обеспечивающего оптимальные показатели в пространственной ориентировке, координации управляющих движений, в конечном итоге проявляющейся в высококачественной профессиональной деятельности;

– единая функциональная система статокINETической устойчивости, реализуя принцип доминанты, на основе мультианализаторного афферентного синтеза формирует программу предстоящего действия и на основе афферентной обратной связи контролирует, корректирует действия соподчиненных функциональных систем для достижения полезного приспособительного результата.

Этот методологический подход диктует необходимость обязательной оптимизации функционального состояния, прежде всего, самой ЦНС, а также улучшения координации и взаимодействия ЦНС со всеми сопряженными с ней анализаторными системами с целью повышения устойчивости и надежности единой системы статокINETической устойчивости<sup>3</sup>.

подъемного состава из различных климато-географических регионов мира (с учетом национальной принадлежности, состояния здоровья и социально-бытовых условий). – Казань: Казанский федеральный университет, 2015. – 70 с.; Бронштейн А., Лемперт Т. Головокружение / пер. с англ. Е. В. Гузь; под ред. В. А. Парфенова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 216 с.



Целью нашего исследования стало определение эффективности десятидневного применения кортексина в сочетании с активными физическими тренировками для повышения статокINETической устойчивости человека.

### Материалы и методы

Исследования проводили на кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, в первой половине дня, с участием 28 здоровых мужчин в возрасте 20–22 лет. Все обследуемые были разделены на две группы: экспериментальную ( $n = 17$ ) и контрольную ( $n = 11$ ).

Вестибулярную устойчивость оценивали при помощи пробы непрерывной кумуляции ускорений Кориолиса (НКУК), выполняемой по традиционной методике на электровращающемся кресле Барани. Испытуемые обеих групп были подобраны из числа лиц, время переносимости НКУК которых составляло менее двух минут. В ходе проводимых исследований определяли время переносимости НКУК, выраженность сенсорного, вегетативного и соматического компонентов статокINETических реакций в форме физиологических проявлений и субъективных ощущений. Перечень регистрируемых реакций и ощущений представлен в таблице 1. Для количественной оценки степени их выраженности в предварительно проведенных сериях исследований с участием 86 человек была разработана балльная система их оценки испытуемыми после НКУК: 0 – отсутствие ощущений; 1 – слабо выраженные; 2 – сильные ощущения. В динамике наблюдения также измеряли показатели комплексной функциональной компьютерной стабиллографии (КФКС) до и после эксперимента, а также через один, два и три месяца после его завершения.

Сразу после НКУК при помощи стабиллографа «СТ-02» испытуемые выполняли статический стабиллометрический тест КФКС, состоящий из двух проб: пробу № 1 проводили с открытыми глазами и фиксацией взгляда испытуемых на удаленном (5,0 м) объекте; пробу № 2 выполняли аналогично с закрытыми глазами. Длительность проведения проб составляла 20,0 секунд, перерыв между пробами – 1,0 минута. Во время перерыва испытуемый сохранял устойчивую позу без перемены позиций стоп. Регистрировали: среднюю скорость увеличения длины и площади статокINETограммы, амплитуду колебаний (АК), проекции общего центра тяжести (ПОЦТ), коэффициент асимметрии (КА) во фронтальной и сагиттальной плоскостях и направлениях [4; 23; 28].

В ходе проводимых исследований лица экспериментальной группы ежедневно в течение десяти дней получали кортексин и выполняли модифицированную пробу А. И. Яроцкого (МПЯ), испытуемые контрольной группы получали *BonAqua* и МПЯ не выполняли.

Приготовленный накануне раствор кортексина (10 мг кортексина + 3 мл, 0,9 % водного раствора *NaCl*) при помощи мерной пипетки вводили в каждую половину носа (по 5 капель) два раза в день.

МПЯ проводили после введения кортексина следующим образом: испытуемые в положении стоя с открытыми глазами в течение двух минут под метроном выполняли движения головой в виде поворотов головы направо-налево, наклонов назад-вперед и вправо-влево. Каждое из перечисленных движений головой выполнялось в указанном порядке в течение 30 секунд, затем следовала пятисекундная пауза с последующим выполнением движений головы в той же последовательности. Первую минуту испытуемые выполняли движения головой, стоя на одном месте, сле-

дующую минуту во время ходьбы, одновременно решая в уме и вслух предлагаемые им арифметические задачи.

Дополнительная нагрузка на ЦНС в виде решения арифметических задач во время НКУК позволяет создавать эффект торможения и затрудняет поступление в ЦНС менее значимой информации. При этом часть сигналов (в виде слабых неприятных ощущений) ЦНС не воспринимает [15; 31], тем самым искусственно создавая условия для более быстрой адаптации к воздействию НКУК [22; 24; 25]. МПЯ проводили с ежедневным увеличением времени тренировки на 10,0 секунд.

Статистическую обработку полученных материалов проводили с использованием программного пакета *Microsoft Excel*. Для каждой

выборки показателей рассчитывали числовые характеристики распределения. Оценку значимости различий между сравниваемыми выборками осуществляли с использованием параметрического *t*-критерия Стьюдента.

### Результаты и обсуждение

Полученные результаты показали, что у испытуемых экспериментальной группы, в течение десяти дней получавших кортексин в сочетании с МПЯ, по сравнению с исходным состоянием достоверно увеличилось время переносимости НКУК. При этом выраженность вестибуло-сенсорных, вегетативных и соматических реакций стала меньше (табл. 1).

Таблица 1

Функциональные показатели испытуемых до и после курсового применения кортексина в сочетании с МПЯ ( $M \pm \delta$ )

Table 1

Functional parameters of the subjects before and after a course application of Cortexin in combination with MTY ( $M \pm \delta$ )

Определяемые показатели	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	До	После	До	После
Время переносимости НКУК (сек.)	106,1 ± 10,4	122,3 ± 11,7*	103,2 ± 11,5	107,3 ± 10,8
Ощущение чувства жара (баллы)	0,6 ± 0,04	0,3 ± 0,03*	0,5 ± 0,04	0,5 ± 0,03
Ощущение тяжести в голове (баллы)	0,6 ± 0,05	0,3 ± 0,04*	0,6 ± 0,04	0,6 ± 0,07
Ощущение головокружения (баллы)	0,8 ± 0,06	0,5 ± 0,05*	0,8 ± 0,05	0,8 ± 0,07
Неприятное чувство в желудке (баллы)	0,7 ± 0,05	0,4 ± 0,06*	0,5 ± 0,08	0,6 ± 0,09
Выраженность гиперсаливации (баллы)	0,6 ± 0,06	0,4 ± 0,05*	0,7 ± 0,09	0,6 ± 1,0
Выраженность потоотделения (баллы)	0,5 ± 0,06	0,3 ± 0,05*	0,8 ± 0,07	0,8 ± 0,09
Выраженность защитных движений по степени отклонения от вертикальной оси (баллы)	0,9 ± 0,07	0,6 ± 0,08*	0,8 ± 0,09	0,8 ± 0,07
Продолжительность нистагма (сек.)	18,6 ± 2,3	15,4 ± 1,5	18,4 ± 1,9	17,9 ± 2,0
Индекс Робинсона (отн. ед.)	99,6 ± 7,6	95,9 ± 8,3	96,9 ± 8,5	97,4 ± 8,9
Индекс Старра (отн. ед.)	66,7 ± 6,5	68,4 ± 6,8	70,2 ± 9,5	68,8 ± 8,9
Минутный объем кровообращения (отн. ед.)	131,0 ± 9,6	136,7 ± 9,2	132,1 ± 10,7	134,9 ± 9,8

*Примечание.* Здесь и в последующих таблицах: \* –  $p < 0,05$ , по сравнению с исходными данными. *Индекс Робинсона*, оценивающий эффективность деятельности сердечно-сосудистой системы:  $IP = (САД \times ЧСС) : 100$ , где: АД – систолическое артериальное давление, мм рт. ст.; ЧСС – частота пульса.

*Индекс Старра*, позволяющий оценить ударный (систолический) объем крови:  $IS (CO) = 100 + 0,5ПД - 0,6ДАД - 0,6В$ , где: ПД – разница между систолическим и диастолическим артериальным давлением; ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.; В – возраст, в годах.  
*Минутный объем кровообращения* (МОК) =  $IS (CO) \times ЧСС$ , где:  
 СО – систолический (ударный) объем крови; ЧСС – частота пульса.  
*Note. here and in subsequent tables: \* –  $p < 0.05$ , compared with the original data.*  
*Index Robinson, assessing the effectiveness of the cardiovascular system:  $IR = (SBP \times PULSE) : 100$*   
 SBP: systolic blood pressure, mm hg. po; PULSE – heart rate in a minute  
*Index Starra, allowing to estimate the shock (systolic) blood volume  $IS (SBV) = 100 + 0,5PP - 0,6DIA - 0,6Y$*   
 SBV – systolic blood volume; PP – pulse pressure; DIA – diastolic blood pressure, mm hg. Po; Y – age, in years  
*Minute volume of blood circulation  $MVBC = IS (SV) \times PULSE$*   
 IS – Index Starra, or SV – systolic blood volume; PULSE – heart rate, in a minute

Это свидетельствует о том, что испытуемые экспериментальной группы стали дольше и легче переносить моделируемые в лабораторных условиях статокинетические нагрузки. В то же время ни по одному из исследуемых показателей достоверных изменений по сравнению с исходными данными у испытуемых контрольной группы не было выявлено (табл. 1).

Отмеченная динамика улучшения переносимости статокинетических нагрузок испытуемыми экспериментальной группы и отсутствие аналогичных изменений у испытуемых контрольной группы подтвердилась и данными статического стабилметрического теста КФКС (табл. 2).

Таблица 2

Показатели статического стабилметрического теста КФКС до и после курсового применения кортексина в сочетании с МПЯ ( $M \pm \delta$ )

Table 2

Indicators of stabilometric static test integrated with functional computer stabilography before and after the course of Cortexin in combination with MTY ( $M \pm \delta$ )

Исследуемые показатели	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	До	После	До	После
<b>Проба с открытыми глазами</b>				
Скорость увеличения длины (мм/сек.)	38,2 ± 3,0	28,1 ± 2,3*	37,9 ± 2,6	35,8 ± 3,2
Скорость увеличения площади (мм <sup>2</sup> /сек.)	59,6 ± 5,0	47,5 ± 3,3*	66,4 ± 4,4	68,0 ± 5,0
АК ПОЦТ, фронтальная плоскость (мм)	6,6 ± 0,6	5,0 ± 0,6*	6,4 ± 0,9	6,7 ± 0,8
АК ПОЦТ, сагиттальная плоскость (мм)	7,5 ± 0,8	5,4 ± 0,6*	7,2 ± 0,9	7,6 ± 0,7
КА, фронтальное направление (%)	8,2 ± 0,6	5,9 ± 0,7*	7,9 ± 0,8	7,5 ± 0,9
КА, сагиттальное направление (%)	8,6 ± 0,7	6,0 ± 0,8*	8,4 ± 0,7	8,3 ± 0,8
<b>Проба с закрытыми глазами</b>				
Скорость увеличения длины (мм/сек.)	43,2 ± 4,1	32,2 ± 4,2*	60,7 ± 4,5	58,4 ± 4,3
Скорость увеличения площади (мм <sup>2</sup> /сек.)	6,9 ± 5,9	52,7 ± 3,8*	77,0 ± 5,5	76,3 ± 6,4
АК ПОЦТ, фронтальная плоскость (мм)	8,4 ± 0,7	6,5 ± 0,8*	8,0 ± 0,8	7,8 ± 0,9
АК ПОЦТ, сагиттальная плоскость (мм)	8,9 ± 0,9	6,6 ± 0,7*	9,1 ± 1,0	9,3 ± 0,8
КА, фронтальное направление (%)	9,1 ± 0,8	6,9 ± 0,7*	9,0 ± 0,9	9,1 ± 0,8
КА, сагиттальное направление (%)	9,3 ± 0,8	7,4 ± 0,8*	9,4 ± 0,8	9,5 ± 0,9

Все показатели стабиллограммы у испытуемых экспериментальной группы свидетельствовали о повышении у них статокINETической устойчивости в отличие от контроля. Одной из задач, решаемых в ходе настоящих исследований, было определение продолжительности сохранения эффекта статокINETической устойчивости после десятидневного применения кортексина в сочетании с МПЯ. С этой целью показатели времени переносимости НКУК, выраженности сенсорного, вегетативного и соматического компонентов статокINETических реакций каждой группы определяли через один, два и три месяца после окончания эксперимента.

Полученные данные показали, что наибольшее значение времени переносимости НКУК у испытуемых экспериментальной группы было отмечено сразу после курсового применения кортексина в сочетании МПЯ. После этого время переносимости НКУК ( $M \pm \delta$ , сек) стало постепенно уменьшаться и через один ( $115,8 \pm 12,1$ ), два ( $110,6 \pm 10,9$ ) и три ( $103,5 \pm 11,4$ ) месяца почти возвратилось к исходному ( $106,1 \pm 10,4$ ) уровню (рис. 1). Примерно аналогичную динамику имели показатели выраженности сенсорного, вегетативного и соматического компонентов статокINETических реакций.

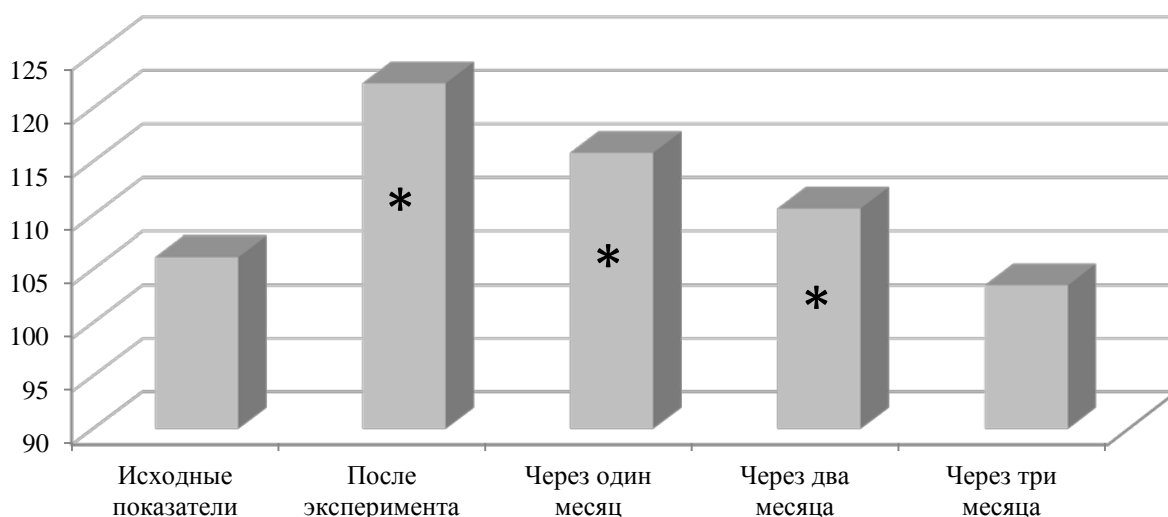


Рис. 1. Время переносимости НКУК, в секундах

Примечание. \* –  $p < 0,05$ , по сравнению с исходными данными

Fig.2. Portability time of continuous cumulation of Coriolis acceleration, in seconds

Note. \* –  $p < 0.05$ , compared with the original data

### Обсуждение результатов

Выбор пептидного биорегулятора «Кортексин» для оптимизации деятельности ЦНС был обусловлен тем, что этот препарат не оказывает отрицательного влияния на функциональное состояние организма человека и качество выполнения профессиональной деятельности, особенно в ситуациях, требующих повышенной концентрации внимания и быстроты психомоторных реакций, в частности,

управления скоростными средствами передвижения [13; 32].

В основе положительного влияния курсового применения кортексина лежит эффект каскадного регуляторного воздействия на нейроны коры головного мозга, суть которого состоит в том, что препарат, являясь тканеспецифическим, оказывает выраженное оптимизирующее воздействие на энергетический и



пластический метаболизм нейронов, одновременно способствуя активному выделению в кровотоки эндогенных регуляторов, в том числе регуляторных пептидов, которые, в свою очередь, инициируют лавинообразное высвобождение новой каскадной серии регуляторов<sup>4,5</sup>.

Использование пептидного биорегулятора «Кортексин» при воздействии статокINETических нагрузок создает условия для улучшения как аэробного, так и анаэробного окисления не только в структурах головного мозга, но и в анализаторах, в том числе и вестибулярном, способствуя уменьшению состояния гипоксии и утилизации накапливающихся недоокисленных продуктов. Согласно исследованиям V. A. Parfenov, N. L. Kunelskaya, в этом случае создаются условия, способствующие нормализации показателей, характеризующих биоэнергетику и гомеостаз на клеточном уровне. Это способствует улучшению функционального состояния и деятельности как самой ЦНС, так и периферических звеньев подчиненных ей анализаторных систем [10; 36].

Общеизвестно, что физические упражнения в виде регулярных и нормированных тренировок способствуют повышению тонуса сосудов, улучшают работу сердечно-сосудистой системы и функцию внешнего дыхания, оптимизируют газообмен, окислительно-восстановительные процессы, что улучшает биоэлектрическую активность и усиливает возбудительные процессы в структурах ЦНС, в целом,

способствуя повышению выносливости и работоспособности человека<sup>6, 7</sup>.

В основе повышения уровня статокINETической устойчивости под влиянием МПЯ лежит изменение порога чувствительности вестибулярного, зрительного, интероцептивного, кожно-тактильного и проприоцептивного анализаторов, что в свою очередь, способствует более быстрому и адекватному формированию единой системы статокINETической устойчивости<sup>8</sup> [33; 39].

Можно сделать вывод, что десятидневное применение кортексина в сочетании с МПЯ способствует повышению функциональной устойчивости системы регуляции положения тела в пространстве, что позволяет человеку дольше и легче переносить статокINETические воздействия.

### Заключение

1. Десятидневное применение кортексина в сочетании с МПЯ увеличивает время переносимости НКУК, одновременно уменьшая выраженность сенсорного, вегетативного и соматического компонентов статокINETических реакций.

2. Наибольший уровень статокINETической устойчивости (по времени переносимости НКУК) отмечается сразу после курсового применения кортексина в сочетании с МПЯ, после чего он постепенно снижается и к исходу третьего месяца почти возвращается к исходному уровню.

<sup>4</sup> Козлов В. В., Медицинцев И. И. Человек и безопасность полетов: Научно-практические аспекты снижения авиационной аварийности по причине человеческого фактора. – М.: Когито-центр, 2013. – 202 с.

<sup>5</sup> Alpini D. C., Cesarani A., Brugnoli G. Vertigo rehabilitation protocols. – New York: Springer, 2014. – 244 p.

<sup>6</sup> Llinas R., Walton K. Vestibular compensation: a distributed property of the central nervous system / Eds.

H. Asanuma, V. Wilson. – Tokyo: Igaku-Shon, 1979. – P. 145–166.

<sup>7</sup> Ruckenstein M. J., Davis S. Rapid interpretation of balance function tests. – San Diego: Plural Publishing, 2015. – 152 p.

<sup>8</sup> Wrisley D., Marchetti G. F., Kuharsky D. K., Whitney S. L. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment // Physical Therapy. – 2004. – Vol. 84, № 10. – P. 906–918.





## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Благинин А. А., Синельников С. Н., Ляшедько С. П.** Современное состояние и проблемы тренировки пространственной ориентировки летчиков // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2017. – Т. 51, № 1. – С. 65–69.
2. **Благинин А. А., Лизогуб И. Н.** Медицинские аспекты безопасности полетов // *Военно-медицинский журнал*. – 2017. – Т. 338, № 4. – С. 51–55.
3. **Благинин А. А., Синельников С. Н., Прищепин Б. И., Кудряков С. А., Шевелько А. А., Ячменева П. М.** Психофизиологическое сопровождение тренажерной подготовки летного состава // *Военно-медицинский журнал*. – 2016. – Т. 337, № 11. – С. 49–54.
4. **Благинин А. А., Котов О. В., Жильцова И. И., Анненков О. А., Сыроежкин Ф. А.** Возможности компьютерной стабิโลграфии в оценке функционального состояния организма оператора авиакосмического профиля // *Военно-медицинский журнал*. – 2016. – Т. 337, № 8. – С. 51–57.
5. **Благинин А. А., Гребенюк А. Н., Лизогуб И. Н.** Основные направления совершенствования медицинского обеспечения полетов авиации ВВС в современных условиях // *Военно-медицинский журнал*. – 2014. – Т. 335, № 2. – С. 42–45.
6. **Благинин А. А., Синельников С. Н., Смольянинова С. В.** Особенности оценки функционального состояния у операторов с учетом индивидуальных психологических характеристик // *Физиология человека*. – 2017. – Т. 43, № 1. – С. 11–17.
7. **Болдырева Г. Н., Шарова Е. В., Жаворонкова Л. А., Челябинка М. В., Дубровская Л. П., Симонова О. А., Фадеева Л. М., Пронин И. Н., Корниенко В. Н.** Структурно-функциональные особенности работы мозга при выполнении и представлении двигательных нагрузок у здоровых людей (ЭЭГ и ФМРТ исследования) // *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова*. – 2013. – Т. 63, № 3. – С. 316. DOI: <http://dx.doi.org/10.7868/S0044467713030039>
8. **Глазников Л. А., Буйнов Л. Г., Говорун М. И., Сорокина Л. А., Нигмедзянов Р. А., Голованов А. Е.** Патогенетический подход к разработке средств и методов повышения статокINETической устойчивости операторов авиакосмического профиля // *Вестник оториноларингологии*. – 2012. – № 4. – С. 33–36.
9. **Глазников Л. А., Благинин А. А., Сорокина Л. А., Буйнов Л. Г., Сыроежкин Ф. А., Нигмедзянов Р. А., Плахов Н. Н., Котов О. В.** Исследование эффективности электротранквилизации центральной нервной системы в сочетании с вестибулярными тренировками в повышении статокINETической устойчивости // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2017. – Т. 51, № 3. – С. 31–38.
10. **Зайцева О. В.** Обследование и реабилитация больных с периферическим вестибулярным головокружением // *Вестник оториноларингологии*. – 2010. – № 6. – С. 44–47.
11. **Замерград М. В.** Вестибулярная реабилитация // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. – 2009. – № 2. – С. 19–22.
12. **Замерград М. В.** Реабилитация при заболеваниях вестибулярной системы // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. – 2013. – № 1. – С. 18–22.
13. **Замерград М. В., Парфенов В. А., Яхно Н. Н.** Оптимальная длительность терапии в восстановительном периоде вестибулярных заболеваний // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. – 2014. – Т. 6, № 3. – С. 10–16. DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/2074-2711-2014-3-10-16>



14. **Козловская И. Б.** Гравитация и позно-тоническая двигательная система // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2017. – Т. 51, № 3. – С. 5–21. DOI: <http://dx.doi.org/10.21687/0233-528X-2017-51-3-5-21>
15. **Кунельская Н. Л., Байбакова Е. В., Чугунова М. А., Гусева А. Л.** Использование методов вестибулярной реабилитации в комплексной терапии вестибулярных нарушений различного генеза // *Лечебное дело*. – 2015. – № 2. – С. 52–55.
16. **Пальчун В. Т., Гусева А. Л., Чистов С. Д.** Вестибулярная реабилитация: обоснование, показания, применение // *Consilium medicum*. – 2015. – Т. 17, № 9. – С. 113–120.
17. **Плахов Н. Н., Буйнов Л. Г., Макарова Л. П.** Функциональное состояние организма моряков-операторов в плавании // *Гигиена и санитария*. – 2017. – Т. 96, № 3. – С. 261–264.
18. **Рукавишников И. В., Амирова Л. Е., Кукоба Т. Б., Томиловская Е. С., Козловская И. Б.** Влияние гравитационной разгрузки на тонус мышц спины // *Физиология человека*. – 2017. – Т. 43, № 3. – С. 64–73.
19. **Сыроежкин Ф. А., Дворянчиков В. В., Благинин А. А., Буйнов Л. Г.** Современные средства вестибулярной реабилитации и повышение статокINETической устойчивости // *Военно-медицинский журнал*. – 2016. – Т. 337, № 4. – С. 36–42.
20. **Сухотерин А. Ф., Пашенко П. С., Плахов Н. Н., Журавлев А. Г.** Роль симпато-адренорме дуллярной системы в формировании адаптации летчиков к летной нагрузке // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2015. – Т. 49, № 5. – С. 49–53.
21. **Усачев В. И., Говорун М. И., Голованов А. Е., Кузнецов М. С.** Динамическая стабилизация вертикального положения тела человека // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2010. – № 9 (110). – С. 164–169.
22. **Alpini D. C., Cesarani A., Brugnoni G.** Vertigo rehabilitation protocols. – New York: Springer, 2014. – 244 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-05482-7>
23. **Bukhtiyarov I. V., Chistov S. D., Ponomarenko K. V., Rybachenko T. A.** Interocular nystagmus asymmetry and motion sickness // *Human Physiology*. – 2014. – Т. 40, № 7. – С. 718–722. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S0362119714070032>
24. **Golovin M. S., Aizman R. I.** Audiovisual stimulation modulates physical performance and biochemical and hormonal status of athletes // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. – 2016. – Vol. 161, № 5. – P. 638–642. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10517-016-3474-3>
25. **Herdman S. J., Hall C. D., Delaune W.** Variables associated with outcome in patients with unilateral vestibular hypofunction // *Neurorehabilitation and neural repair*. – 2012. – Vol. 26, № 2. – P. 151–162. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968311407514>
26. **Hallgren E., Kornilova L., Fransen E., Glukhikh D., Moore S. T., Clément G., Van Ombergen A., MacDougall H., Naumov I., Wuyts F. L.** Decreased otolith-mediated vestibular response in 25 astronauts induced by long-duration spaceflight // *Journal of Neurophysiology*. – 2016. – Vol. 115, № 6. – P. 3045–3051. DOI: <http://dx.doi.org/10.1152/jn.00065.2016>
27. **Hallgren E., Migeotte P.-F., Kornilova L., Delière Q., Fransen E., Glukhikh D., Moore S. T., Clément G., Diedrich A., MacDougall H., Wuyts F. L.** Dysfunctional vestibular system causes a blood pressure drop in astronauts returning from space // *Scientific Reports*. – 2015. – Vol. 5. – Article number 17627. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/srep17627>
28. **Kubryak O., Guseva A., Grohovsky S.** Static motor-cognitive test and evaluation criteria in the management of treatment // *International Journal of Psychophysiology*. – 2012. – Vol. 85, № 3. – P. 383–385.



29. **Kornilova L. N., Naumov I. A., Makarova S.** Static torsional otolith-cervical-ocular reflex after prolonged exposure to weightlessness and a 7-day immersion // *Acta Astronautica*. – 2011. – Vol. 68, № 9-10. – P. 1462–1468. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2010.04.016>
30. **Kornilova L. N., Naumov I. A., Glukhikh D. O., Habarova E. V., Kozlovskaya I. B.** The effects of support-proprioceptive deprivation on visual-manual tracking and vestibular function // *Human Physiology*. – 2013. – Vol. 39, № 5. – P. 462–471. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S0362119713050071>
31. **Mao Y., Chen P., Li L., Huang D.** Virtual reality training improves balance function // *Neural Regeneration Research*. – 2014. – Vol. 9, № 17. – P. 1628–1634. DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/1673-5374.141795>
32. **Morozova S. V., Alekseeva N. S., Lilenko S. V., Matsnev E. I., Melnikov O. A., Hughes P.** Effects and safety profile of betahistine in patients in the russian contingent of osvald, an open-label observational study in vestibular vertigo // *International Journal of General Medicine*. – 2015. – T. 8. – С. 47–53. DOI: <http://dx.doi.org/10.2147/IJGM.S73842>
33. **Nishiike S., Okazaki S., Watanabe H., Akizuki H., Imai T., Uno A., Kitahara T., Horii A., Takeda N., Inohara H.** The effect of visual-vestibulosomatosensory conflict induced by virtual reality on postural stability in humans // *Journal of Medical Investigation*. – 2013. – Vol. 60, № 3-4. – P. 236–239. DOI: <http://dx.doi.org/10.2152/jmi.60.236>
34. **Nyberg L., Lundin-Olsson L., Sondell B., Backman A., Holmlund K., Eriksson S., Stenvall M., Rosendahl E., Maxhall M., Bucht G.** Using a virtual reality system to study balance and walking in a virtual outdoor environment: a pilot study // *Cyberpsychology and Behavior*. – 2006. – Vol. 9, № 4. – P. 388–395. DOI: <http://dx.doi.org/10.1089/cpb.2006.9.388>
35. **Ohyama S., Nishiike S., Watanabe H., Matsuoka K., Akizuki H., Takeda N., Harada T.** Autonomic responses during motion sickness induced by virtual reality // *Auris Nasus Larynx*. – 2007. – Vol. 34, № 3. – P. 303–306. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anl.2007.01.002>
36. **Parfenov V. A., Golyk V. A., Matsnev E. I., Morozova S. V., Melnikov O. A., Antonenko L. M., Sigaleva E. E., Situkho M. I., Asaulenko O. I., Popovych V. I., Zamergrad M. V.** Effectiveness of betahistine (48 mg/day) in patients with vestibular vertigo during routine practice: the virtuoso study // *PLoS ONE*. – 2017. – Vol. 12, № 3. – P. e0174114. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0174114>
37. **Sayenko D. G., Miller T. F., Melnik K. A., Ntreba A. I., Khusnutdinova D. R., Kitov V. V., Tomilovskaya E. S., Reschke M. F., Gerasimenko Y. P., Kozlovskaya I. B.** Acute effects of dry immersion on kinematic characteristics of postural corrective responses // *Acta Astronautica*. – 2016. – Vol. 121. – P. 110–115. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2015.12.054>
38. **Sayenko D. G., Artamonov A. A., Kozlovskaya I. B.** Characteristics of postural corrective responses before and after long-term spaceflights // *Human Physiology*. – 2011. – Vol. 37, № 5. – P. 594–601.
39. **Van Ombergen A., Demertzi A., Tomilovskaya E., Jeurissen B., Sijbers J., Kozlovskaya I. B., Parizel P. M., Van de Heyning P. H., Sunaert S., Laureys S., Wuyts F. L.** The effect of spaceflight and microgravity on the human brain // *Journal of Neurology*. – 2017. – Vol. 264, Suppl. 1. – P. 18–22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00415-017-8427-x>
40. **Villard S. J., Flanagan M. B., Albanese G., Stoffregen T. A.** Postural instability and motion sickness in a virtual moving room // *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. – 2008. – Vol. 50, № 2. – P. 332–345. DOI: <http://dx.doi.org/10.1518/001872008X250728>



DOI: [10.15293/2226-3365.1801.14](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1801.14)

Lyudmila Aleksandrovna Sorokina, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Medical and Valeological Disciplines Department, Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6819-7610>

E-mail: [lux-86@mail.ru](mailto:lux-86@mail.ru)

Leonid Gennadievich Buynov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Medical and Valeological Disciplines Department, Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6203-4324>

E-mail: [buynoff@yandex.ru](mailto:buynoff@yandex.ru)

Nikolai Nikolaevich Plakhov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Medical and Valeological Disciplines Department, Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4208-5439>

E-mail: [gp.aig@mail.ru](mailto:gp.aig@mail.ru)

Roman Idelevich Aizman, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Research Institute of Health and Safety of Life, Head of Anatomy, Physiology and Safety of Life Department, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7776-4768>

E-mail: [aizman.roman@yandex.ru](mailto:aizman.roman@yandex.ru)

## The study of the effectiveness of combined use of Cortexin and physical exercises in optimization of the functional system of human statokinetic stability

### Abstract

**Introduction.** *Fundamental and applied research in the field of optimization of the functional system of human statokinetic stability to date is one of the leading positions in the Russian and world physiology of work. The aim of the research is to study the effectiveness of the course using of a peptide bioregulator Cortexin in combination with physical exercises with the help of a modified test by A. I. Yarotsky in increasing of human statokinetic stability.*

**Materials and Methods.** *The sample consisted of 28 healthy male subjects aged between 20 and 22 years. (The experimental group included 17 subjects, the control group consisted of 11 subjects). The method of continuous cumulation of Coriolis accelerations (CCCA) was used in order to stimulate the vestibular apparatus in the experimental group. To increase statokinetic stability, cortexin was used in combination with active training with the help of a modified test by A. I. Yarotsky (MTY).*

**Results.** *It is shown that the subjects of the experimental group treated with Cortexin in combination with MTY demonstrated increased time of CCCA. Simultaneously, decrease in the severity of vestibulosensory, vestibulovegetative, and vestibulosomatic reactions was observed which indicated the improvement of subjects' statokinetic tolerance in the experimental group in the test CCCA. Positive*



dynamics of indicators in the experimental group was confirmed by the data of the static stabilometric test in the integrated functional computer stabilography. Thus, tests with open and closed eyes showed marked decrease in the rate of increase in the length and area of statokinesigram, oscillation amplitude (OA), and projection of the total center of gravity (PTCG) in the frontal and sagittal planes, and the coefficient of asymmetry (CA) in the frontal and sagittal directions.

**Conclusions.** The obtained results allow to recommend using a peptide bioregulator Cortexin in combination with physical exercises to stimulate the human vestibular apparatus and improve statokinetic stability.

**Keywords**

Statokinetic stability; Computer stabilography; Functional status; Professional performance; Cortexin.

## REFERENCES

1. Blaguinin A. A., Sinelnikov S. N., Liashedko S. P. State-Of-The-Art and Problems of Spatial Orientation Training of Pilots. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2017, vol. 51, no. 1, pp. 65–69. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.21687/0233-528X-2017-51-1-65-69>
2. Blagin A. A., Lizogub I. N. Medical Aspects of Flight Safety. *Military Medical Journal*, 2017, vol. 338, no. 4, pp. 51–55. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29060685>
3. Blagin A. A., Sinelnikov S. N., Prishchepin B. I., Kudryakov S. A., Shevelko A. A., Yachmeneva P. M. Psychophysiological methods to support pilots training in the flight simulator. *Military Medical Journal*, 2016, vol. 337, no. 11, pp. 49–54. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27438217>
4. Blagin A. A., Kotov O. V., Zhiltsova I. I., Annenkov O. A., Syroezhkin F. A. Possibilities of computer stabilography as a part of evaluation of functional state of aerospace operator's organism. *Military Medical Journal*, 2016, vol. 337, no. 8, pp. 51–57. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27378484>
5. Blagin A. A., Grebenyuk A. N., Lizogub I. N. The main ways of improvement of medical support of the Air Forces in modern conditions. *Military Medical Journal*, 2014, vol. 335, no. 2, pp. 42–45. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22446737>
6. Blagin A. A., Sinelnikov S. N., Smolyaninova S. V. Evaluation of the functional state of operators with allowance for individual psychological characteristics. *Human Physiology*, 2017, vol. 43, no. 1, pp. 11–17. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.7868/S0131164616060035>
7. Boldyreva G. N., Sharova E. V., Zhavoronkova L. A., Celapena M. V., Dubrovskaya L. P., Simonova O. A., Fadeyeva L. M., Pronin I. N., Kornienko V. N. Structural and functional features of the brain when performing and reporting physical activity in healthy people (electroencephalogram and functional magnetic resonance imaging studies). *Journal of Higher Nervous Activity Them. I. P. Pavlov*, 2013, vol. 63, no. 3, pp. 316. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.7868/S0044467713030039>
8. Glaznikov L. A., Buñov L. G., Govorun M. I., Sorokina L. A., Nigmedzianov R. A., Golovanov A. E. The pathogenetic approach to the development of tools and methods for the improvement of statokinetic stability in the operators of aerospace systems. *Bulletin of Otorhinolaryngology*, 2012, no. 4, pp. 33–36. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18040728>
9. Glaznikov L. A., Blaguinin A. A., Sorokina L. A., Buynov L. G., Syroezhkin F. A., Nigmedzianov R. A., Plakhov N. N., Kotov O. V. Studies of Effectiveness of Electrical Tranquilization of the Central Nervous System in Combination with Vestibular Training for Improvement of Statokinetic



- Stability. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2017, vol. 51, no. 3, pp. 31–38. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.21687/0233-528X-2017-51-3-31-38>
10. Zaitseva O. V. Examination and rehabilitation of patients with peripheric vestibular vertigo. *Bulletin of Otorhinolaryngology*, 2010, no. 6, pp. 44–47. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18261047>
  11. Zamergrad M. V. Vestibular Rehabilitation. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, 2009, no. 2, pp. 19–22. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13071197>
  12. Zamergrad M. V. Rehabilitation in vestibular system diseases. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, 2013, no. 1, pp. 18–22. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20277654>
  13. Zamergrad M. V., Parfenov V. A., Yakhno N. N. Optimal duration of therapy in the recovery period of vestibular diseases. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, 2014, vol. 6 (3), pp. 10–16. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/2074-2711-2014-3-10-16>
  14. Kozlovskaya I. B. Gravity and the Tonic Postural Motor System. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2017, vol. 51, no. 3, pp. 5–21. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.21687/0233-528X-2017-51-3-5-21>
  15. Kunelskaya N. L., Baibakova E. V., Chugunova M. A., Guseva A. L. Vestibular Rehabilitation Therapy in Patients with Vestibular Disorders. *General Medicine*, 2015, no. 2, pp. 52–55. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25058515>
  16. Palchun V. T., Guseva A. L., Chistov S. D. Vestibular rehabilitation: substantiation, indications, application. *Consilium Medicum*, 2015, vol. 17, no. 9, pp. 113–120. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24496584>
  17. Plakhov N. N., Buynov L. G., Makarova L. P. Functional State of Seamen Operators in Sea Voyage. *Hygiene and Sanitation*, 2017, vol. 96, no. 3, pp. 261–264. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28868348>
  18. Rukavishnikov I. V., Amirova L. E., Kukoba T. B., Tomilovskaya E. S., Kozlovskaya I. B. Effects of Gravitational Unloading on Back Muscles Tone. *Human Physiology*, 2017, vol. 43, no. 3, pp. 64–73. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29405202>
  19. Syroezhkin F. A., Dvoryachikov V. V., Blagin A. A., Bujnov L. G. Modern means of vestibular rehabilitation and the increase statokinetic sustainability. *Military Medical Journal*, 2016, vol. 337, no. 4, pp. 36–42. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26058660>
  20. Suhoterin A. F., Pashenko P. S., Plahov N. N., Zhuravlev A. G. Sympathoadrenomedullary role in the formation of adaptation pilots to the flight load. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2015, vol. 49, no. 5, pp. 49–53. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24846051>
  21. Usachev V. I., Govorun M. I., Golovanov A. E., Kuznetsov M. S. Dynamic stabilization the vertical position of the human body. *Proceedings of the SFU. Technical Science*, 2010, no. 9, pp. 164–169. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15248950>
  22. Alpini D. C., Cesarani A., Brugnoli G. *Vertigo rehabilitation protocols*. New-York, Springer Publ., 2014, 244 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-05482-7>
  23. Bukhtiyarov I. V., Chistov S. D., Ponomarenko K. V., Rybachenko T. A. Interocular nystagmus asymmetry and motion sickness. *Human Physiology*, 2014, vol. 40, no. 7, pp. 718–722. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S0362119714070032>
  24. Golovin M. S., Aizman R. I. Audiovisual stimulation modulates physical performance and biochemical and hormonal status of athletes. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 2016, vol. 161, no. 5, pp. 638–642. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10517-016-3474-3>



25. Herdman S. J., Hall C. D., Delaune W. Variables associated with outcome in patients with unilateral vestibular hypofunction. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2012, vol. 26, no. 2, pp. 151–162. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968311407514>
26. Hallgren E., Kornilova L., Fransen E., Glukhikh D., Moore S. T., Clément G., Van Ombergen A., MacDougall H., Naumov I., Wuyts F. L. Decreased otolith-mediated vestibular response in 25 astronauts induced by long-duration spaceflight. *Journal of Neurophysiology*, 2016, vol. 115, no. 6, pp. 3045–3051. DOI: <http://dx.doi.org/10.1152/jn.00065.2016>
27. Hallgren E., Migeotte P.-F., Kornilova L., Delière Q., Fransen E., Glukhikh D., Moore S. T., Clément G., Diedrich A., MacDougall H., Wuyts F. L. Dysfunctional vestibular system causes a blood pressure drop in astronauts returning from space. *Scientific Reports*, 2015, vol. 5, article number 17627. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/srep17627>
28. Kubryak O., Guseva A., Grohovskiy S. Static motor-cognitive test and evaluation criteria in the management of treatment. *International Journal of Psychophysiology*, 2012, vol. 85, no. 3, pp. 383–385. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21745223>
29. Kornilova L. N., Naumov I. A., Makarova S. Static torsional otolith-cervical-ocular reflex after prolonged exposure to weightlessness and a 7-day immersion. *Acta Astronautica*, 2011, vol. 68, no. 9-10, pp. 1462–1468. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2010.04.016>
30. Kornilova L. N., Naumov I. A., Glukhikh D. O., Habarova E. V., Kozlovskaya I. B. The effects of support-proprioceptive deprivation on visual-manual tracking and vestibular function. *Human Physiology*, 2013, vol. 39, no. 5, pp. 462–471. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S0362119713050071>
31. Mao Y., Chen P., Li L., Huang D. Virtual reality training improves balance function. *Neural Regeneration Research*, 2014, vol. 9, no. 17, pp. 1628–1634. DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/1673-5374.141795>
32. Morozova S. V., Alekseeva N. S., Lilenko S. V., Matsnev E. I., Melnikov O. A. Hughes P. Effects and safety profile of betahistine in patients in the russian contingent of osvald, an open-label observational study in vestibular vertigo. *International Journal of General Medicine*, 2015, vol. 8, pp. 47–53. DOI: <http://dx.doi.org/10.2147/IJGM.S73842>
33. Nishiike S., Okazaki S., Watanabe H., Akizuki H., Imai T., Uno A., Kitahara T., Horii A., Takeda N., Inohara H. The effect of visual-vestibulosomatosensory conflict induced by virtual reality on postural stability in humans. *Journal of Medical Investigation*, 2013, vol. 60, no. 3-4, pp. 236–239. DOI: <http://dx.doi.org/10.2152/jmi.60.236>
34. Nyberg L., Lundin-Olsson L., Sondell B., Backman A., Holmlund K., Eriksson S., Stenvall M., Rosendahl E., Maxhall M., Bucht G. Using a virtual reality system to study balance and walking in a virtual outdoor environment: a pilot study. *Cyberpsychology and Behavior*, 2006, vol. 9, no. 4, pp. 388–395. DOI: <http://dx.doi.org/10.1089/cpb.2006.9.388>
35. Ohya S., Nishiike S., Watanabe H., Matsuoka K., Akizuki H., Takeda N., Harada T. Autonomic responses during motion sickness induced by virtual reality. *Auris Nasus Larynx*, 2007, vol. 34, no. 3, pp. 303–306. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anl.2007.01.002>
36. Parfenov V. A., Golyk V. A., Matsnev E. I., Morozova S. V., Melnikov O. A., Antonenko L. M., Sigaleva E. E., Situkho M. I., Asaulenko O. I., Popovych V. I., Zamergrad M. V. Effectiveness of betahistine (48 mg/day) in patients with vestibular vertigo during routine practice: the virtuoso study. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, no. 3, pp. e0174114. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0174114>
37. Sayenko D. G., Miller T. F., Melnik K. A., Natreba A. I., Khusnutdinova D. R., Kitov V. V., Tomilovskaya E. S., Reschke M. F., Gerasimenko Y. P., Kozlovskaya I. B. Acute effects of dry



- immersion on kinematic characteristics of postural corrective responses. *Acta Astronautica*, 2016, vol. 121, pp. 110–115. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2015.12.054>
38. Sayenko D. G., Artamonov A. A., Kozlovskaya I. B. Characteristics of postural corrective responses before and after long-term spaceflights. *Human Physiology*, 2011, vol. 37, no. 5, pp. 594–601. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18008129>
39. Van Ombergen A., Demertzi A., Tomilovskaya E., Jeurissen B., Sijbers J., Kozlovskaya I. B., Parizel P. M., Van de Heyning P. H., Sunaert S., Laureys S., Wuyts F. L. The effect of spaceflight and microgravity on the human brain. *Journal of Neurology*, 2017, vol. 264, suppl. 1, pp. 18–22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00415-017-8427-x>
40. Villard S. J., Flanagan M. B., Albanese G., Stoffregen T. A. Postural instability and motion sickness in a virtual moving room. *Human Factors: Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2008, vol. 50, no. 2, pp. 332–345. DOI: <http://dx.doi.org/10.1518/001872008X250728>

Submitted: 01 November 2017    Accepted: 09 January 2018    Published: 28 February 2018



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).