

А.А. Благинин, И.И. Жильцова,
Е.А. Благинина, Г.Ф. Михеева

Повышение переносимости статокинетических воздействий у летчиков методом нормобарической гипоксической тренировки

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Определялась возможность применения нормобарической гипоксической тренировки в периодическом режиме для повышения статокинетической устойчивости летного состава. Обследовали 25 мужчин 18–28 лет с вестибуловегетативными реакциями III степени. После курса гипоксической тренировки в опытной группе (13 человек) время переносимости пробы прерывистой кумуляции ускорений Кориолиса возросло в 2,7 раза, по сравнению с фоновыми данными, на 51% уменьшилось время поствращательного нистагма, снизилась выраженность вегетативных реакций, повысилась скорость переработки зрительной информации. В контрольной группе исследуемые показатели либо не менялись, либо ухудшались, в том числе снижалась пропускная способность зрительного анализатора. Установлено, что метод нормобарической гипоксической тренировки эффективен для повышения устойчивости к статокинетическим раздражителям.

Ключевые слова: статокинетическая устойчивость, нормобарическая гипоксическая тренировка, нистагм, скорость переработки зрительной информации.

Введение. Полеты на современной авиационной технике сопровождаются сложными вращательными движениями летательных аппаратов в пространстве, и, как следствие этого, влиянием на летчика механических сил (угловых, линейных, центростремительных ускорений и ускорений Кориолиса), которые воспринимаются вестибулярным аппаратом и рядом других гравитационно-зависимых органов и систем организма. При этом возникают такие явления, как нистагм, вестибулосоматические реакции, вестибулосенсорные реакции и вестибуловегетативные расстройства, сопровождающиеся ухудшением общего самочувствия и снижением работоспособности. Такое состояние организма называется укачиванием, или болезнью движения [3, 5].

Проблема укачивания особо актуальна у курсантов начальных курсов авиационных институтов, многие из которых испытывают состояние воздушной формы укачивания при освоении авиационной техники. Указанные расстройства могут встречаться и у молодых летчиков при выполнении сложного пилотажа, а также перенесенных заболеваний и перерывов в летной работе [1, 7]. Одной из актуальных проблем современной авиационной медицины является поиск наиболее действенных методов повышения вестибулярной устойчивости летчиков.

Цель исследования. Определение эффективности гипоксической тренировки как метода повышения неспецифической резистентности организма человека к вестибулярным нагрузкам и усиления компенсаторных резервов его жизненно важных систем.

Материалы и методы. При проведении вестибулярного отбора мужчин в возрасте 18–28 лет с помощью метода прерывистой кумуляции ускорений Кориолиса (ПКУК) было выделено 25 человек, у которых наблюдались вестибуловегетативные реакции III степени (тошнота, холодный пот, тахикардия, рвота), развивающиеся в течение 3 мин воздействия. Эти лица были разделены на контрольную (12 человек) и опытную (13 человек) группы.

Лица опытной группы проходили курс нормобарической гипоксической тренировки (НГТ), который состоял из 15 сеансов длительностью по 30 мин каждый. С 1-го по 5-й день курса содержание кислорода в дыхательной смеси снижали с 16 до 12%, после чего до конца курса его концентрацию не изменяли.

Комплексное обследование испытуемых проводилось до, через 10 сеансов и после курса НГТ. Оценивались время переносимости пробы ПКУК, время и характер поствращательного нистагма, показатели кардиореспираторной системы – частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), частота дыхательных движений (ЧДД), проба Штанге), пропускная способность зрительного анализатора при работе по I и II программам блока «Резервы» системы «Физиолог-М». В контрольной группе вместо курса НГТ проводилось 15 «ложных» сеансов.

Результаты и их обсуждение. В процессе курса НГТ все обследуемые отмечали, что у них повысилась активность и общий тонус организма, улучшились самочувствие и настроение. Через 10 сеансов НГТ время переносимости пробы ПКУК (прерывистая

кумуляция ускорений Кориолиса) увеличилось в 1,6 раза. Обследуемые отмечали, что выраженные вестибуловегетативные реакции при укачивании наступали у них позже, чем при фоновом обследовании. После курса НГТ время переносимости ПКУК возросло в 2,7 раза по сравнению с фоновыми данными (табл. 1).

Таблица 1
Время переносимости ПКУК, мин

Группа	Фон	10 сеансов	15 сеансов
Контрольная, n=12	2,7±0,4	2,80±0,5	2,60±0,2
Опытная, n=13	2,6±0,5	4,24±0,2*	7,14±0,13*

Примечание: * – различия по отношению к контролю; $p < 0,001$.

Одновременно с увеличением времени переносимости ПКУК наблюдались выраженные изменения характеристик поствращательного нистагма. Через 10 сеансов НГТ продолжительность нистагма уменьшилась на 9%, а после курса НГТ – на 51%. Уменьшение времени поствращательного нистагма происходило на фоне незначительного увеличения его частоты и амплитуды (табл. 2).

Таблица 2
Изменение показателей нистагмограммы

Показатель нистагма	Фон	10 сеансов	15 сеансов
Контрольная группа			
Время, с.	28,0±3,31	29,3±3,22	27,8±3,91
Частота, с ⁻¹	1,12±0,24	1,19±0,16	1,16±0,81
Амплитуда, мм	21,5±0,57	19,2±1,92	20,6±2,86
Опытная группа			
Время, с.	24,3±1,10	22,3±1,15	12,5±1,12*
Частота, с ⁻¹	0,76±0,13	0,84±0,05	0,96±0,16
Амплитуда, мм	18,4±3,92	23,5±3,67	23,1±3,54

Примечание: * – различия по отношению к контролю; $p < 0,001$.

В процессе курса НГТ у обследуемых наблюдалось расширение функциональных резервов кардиореспираторной системы, о чем свидетельствовало увеличение к концу курса времени задержки дыхания на 67% по сравнению с исходными данными, урежение ЧСС, понижение систолического и диастолического АД (табл. 3).

В результате таких позитивных изменений у обследуемых при проведении пробы ПКУК снижалась выраженность вегетативных реакций.

Таблица 3
Изменение показателей кардиореспираторной системы при проведении пробы ПКУК в контрольной и экспериментальной группах

Показатель	Фон	10 сеансов	15 сеансов
Контрольная группа			
ЧСС, уд/мин			
До вращения	72,5±3,1	72,2±3,2	72,1±2,1
После вращения	66,7±2,3	67,5±1,9	71,4±1,5
АДс, мм рт. ст.			
До вращения	117,4±2,8	120,3±2,3	116,3±2,2
После вращения	126,3±2,1*	127,8±2,9*	125,2±2,0**
АДд, мм рт. ст.			
До вращения	73,9±1,5	75,5±1,4	72,9±1,6
После вращения	78,8±1,6*	77,9±2,2	78,6±1,8*
ЧД, дых/мин			
До вращения	14,1±1,0	14,1±1,0	13,7±1,1
После вращения	16,5±1,8	17,2±1,2*	16,3±1,3*
Опытная группа			
ЧСС, уд/мин			
До вращения	71,2±3,7	69,8±4,8	67,6±3,8
После вращения	75,3±3,3	73,2±3,1	69,1±3,5
АДс, мм рт. ст.			
До вращения	120,7±2,6	117,5±2,8	112,4±2,1
После вращения	127,4±2,7	119,8±2,9	114,2±2,3
АДд, мм рт. ст.			
До вращения	76,6±1,6	73,2±2,9	66,1±3,1
После вращения	81,7±1,7	74,8±2,0	65,3±2,6
ЧД, дых/мин			
До вращения	11,2±1,5	13,4±1,3	16,3±1,3
После вращения	16,0±1,6	14,2±1,4	17,5±1,5

Примечание: * – различия по сравнению с этапом до вращения, $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Расширение физиологических резервов организма, уменьшение выраженности вестибуловегетативных реакций, приводило к повышению операторской работоспособности во время укачивания. Если у лиц контрольной группы пропускная способность при выполнении I и II программ блока «Резервы» системы «Физиолог-М» во время пробы ПКУК снижалась на 18–40%, то у лиц опытной группы после курса НГТ пропускная способность во время укачивания не ухудшалась (табл. 4).

Результаты исследования, свидетельствующие о положительном влиянии НГТ на вестибулярную устойчивость человека, согласуются с данными В.Б. Малкина с соавт. [10], которые показали, что пре-

Таблица 4
Изменение скорости переработки зрительной информации при проведении пробы ПКУК, бит/с

Показатель	Фон	10 сеансов	15 сеансов
Контрольная группа			
I программа			
До вращения	2,187±0,07	2,108±0,08	2,014±0,07
После вращения	1,912±0,09*	1,898±0,08	1,654±0,07**
II программа			
До вращения	1,253±0,05	1,192±0,06	1,245±0,08
После вращения	1,110±0,06*	0,849±0,08*	0,750±0,05**
Опытная группа			
I программа			
До вращения	2,130±0,08	2,149±0,10	2,184±0,07
После вращения	1,851±0,06*	2,159±0,09	2,174±0,07
II программа			
До вращения	1,229±0,05	1,115±0,05	1,284±0,08
После вращения	1,224±0,12	1,157±0,09	1,239±0,09

Примечание: * – различия по сравнению с этапом до вращения, $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

бывание в горах на высотах 2000–4200 м в течение 27 дней приводило к существенному повышению устойчивости к вестибулярным раздражителям при проведении пробы ПКУК. В нашем исследовании повышение устойчивости при НГТ достигалось за более короткое время.

Возникающие в полете ускорения воспринимаются всеми механорецепторами организма: отолитовыми и купулярными, проприо-, интерорецепторами, кожно-механическими. Ведущая роль в генезе укачивания отводится вестибулярному аппарату. В патогенезе укачивания придается значение нарушениям взаимодействия вестибулярного аппарата с другими сенсорными системами вследствие воздействия на организм в условиях полета необычных сочетаний адекватных раздражителей органов чувств [3, 4, 8], возникают элементы так называемого сенсорного конфликта, при котором представление о динамике перемещения в воздушной среде не соответствует сформированной в земных условиях нервной модели. Прежде всего специалисты уделяют внимание нарушению зрительно-вестибулярных взаимодействий [6, 11, 13]. Предрасположенность к укачиванию зависит от уровня возбудимости вестибулярного анализатора, от состояния вегетативных центров, особенностей индукционных корково-подкорковых взаимоотношений [2, 12]. Развитию воздушной болезни способствует воздействие на организм неблагоприятных внешних факторов, таких как гипоксия, шум, высокая температура, резкие запахи и др.

Существует несколько направлений профилактики воздушной болезни, среди которых существенное значение придается специальной вестибулярной тренировке лиц с пониженной вестибулярной устойчивостью. В последнее время показана существенная роль неспецифического компонента адаптации в повышении устойчивости организма к действию динамических факторов полета. В качестве неспецифических адаптогенных средств используются экстракты элеутерококка, поливитамины, электротранквилизация, специальная физическая тренировка и др.

Заключение. Установлено, что проведение курса НГТ приводило к нормализации вегетативных функций, системной гемодинамики, оптимизации деятельности кардиореспираторной системы, повышению кислородного бюджета и увеличению физической работоспособности человека, что в целом позволяло повысить функциональные резервы жизненно важных систем, неспецифическую резистентность организма к вестибулярным нагрузкам и улучшить качество операторской деятельности.

Представленные данные позволяют оценить гипоксическую тренировку как эффективный метод повышения неспецифической резистентности человека к действию статокINETических раздражителей.

Литература

1. Воробьев, О.А. Теоретические и прикладные аспекты повышения устойчивости человека к укачиванию // Теоретические и прикладные аспекты повышения устойчивости организма к факторам полета / О.А. Воробьев, Э.В. Лапаев, В.В. Зарицкий // СПб., 1993. – С. 80–82.
2. Воячек, В.И. Современное состояние вопроса о физиологии и клинике вестибулярного аппарата / В.И. Воячек // Журн. ушных, носовых и горловых болезней. – 1927. – Т. 4, № 3, 4. – С. 121–248, I–XXXIV.
3. Комендантов, Г.Л. Избранные лекции по авиационной медицине // Г.Л. Комендантов // М.: Медицина, 1983. – 204 с.
4. Копанев, В.И. Проблема статокINETической устойчивости человека в авиационной и космической медицине / В.И. Копанев // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1974. – № 4. – С. 476–498.
5. Копанев, В.И. Скрытая форма укачивания / В.И. Копанев // Воен. – мед. журн. – 1970. – № 10. – С. 62–64.
6. Крылов, Ю.В. О роли опто-кинетической стимуляции в существовании вестибулярных рефлексов / Ю.В. Крылов [и др.] // Космич. биол. и авиакосмич. мед. – 1987. – Т. 21, № 5. – С. 36–41.
7. Лапаев, Э.В. О применении незатухающего синусоидального вращения для исследования вестибулярной функции / Э.В. Лапаев, О.А. Воробьев // Журн. ушных, носовых и горловых болезней. – 1982. – № 2. – С. 11–17.
8. Лапаев, Э.В. Угловые и кориолисовы ускорения / Э.В. Лапаев, О.А. Воробьев // Авиационная медицина: руководство. – М., 1986. – С. 150–162.
9. Лустин, С.И. Физиологическое обоснование повышения устойчивости к гипоксии для коррекции функционального состояния организма: дис. ... д-ра мед. наук / С.И. Лустин. – СПб., 1994. – 345 с.
10. Малкин, В.Б. Острая и хроническая гипоксия / В.Б. Малкин, Е.Б. Гиппенрейтер. – М.: Наука, 1977. – 319 с.
11. Мешман, В.Ф. Влияние вестибулярного аппарата на зрительный анализатор / В.Ф. Мешман // М.: Наука, 1896. – 110 с.

12. Хилов, К.Л. Функция органа равновесия и болезнь передвижения / К.Л. Хилов // Л.: Медицина, 1969. – 279 с.

13. Reason, J. T. Motion sickness adaptation a neural mismatch / J. T. Reason // J. roy soc. med. – 1976. – Vol. 11. – P. 34–38

A.A. Blaginin, I.I. Zhiltsova, E.A. Blaginina, G.F. Mikheeva

Improving tolerability of statokinetic exposure in aircraft pilots using the method of normobaric hypoxic training

Abstract. *The possibility of using normobaric hypoxic training in the periodic mode to improve the statokinetic resistance of the aircraft personnel was determined. 25 men aged from 18 to 28 years with Grade III vestibulovegetative reactions were examined. After the course of hypoxic training in the experimental group (13 persons) the length of tolerating intermittent cumulation of Coriolis accelerations test increased 2,7-fold as compared to the background data, the duration of postrotation nystagmus decreased by 51%, the vegetative reactions were less pronounced, the speed of processing visual information increased. In the control group the studied parameters showed no change or deterioration including decrease in capacity of the visual sensory system. It was stated that the method of normobaric hypoxic training is effective for improving the resistance to statokinetic stimuli.*

Key words: *statokinetic resistance, normobaric hypoxic training, nystagmus, speed of processing visual information.*

Контактный телефон: +7-911-944-15-81, e-mail: i.i.zhiltsova@mail.ru