

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ С ПОДВОДНЫМ ПОГРУЖЕНИЕМ В ПРОЦЕССЕ ОБЩЕФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ

Рзаев Д.О.¹, Румянцева Э.Р.²

¹*Филиал Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушной академии имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» в г. Челябинске, Челябинск, e-mail: Rizo.dima@mail.ru;*

²*Башкирский институт физической культуры (филиал) ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», Уфа, e-mail: rumelv@yandex.ru*

Представлено психофизиологическое обоснование включения в процесс общефизической подготовки курсантов летных училищ методики гипоксической тренировки с подводным погружением. В основе методики лежит развитие врожденных способностей человека к свободному нырянию. Основным условием ее реализации является сочетание физического и психологического аспектов подготовки, применение дыхательных упражнений на суше и в воде, направленных на повышение устойчивости организма как к состояниям, вызванным гипоксией, так и гипервентиляцией легких. В ходе исследования определено, что применение разработанной методики способствует улучшению сенсомоторных качеств и умственной работоспособности, повышению функциональных резервов кардиореспираторной системы. Выявлена положительная динамика повышения устойчивости к гипоксии на вдохе и выдохе, максимальных аэробных возможностей организма, адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы и резервов сердца.

Ключевые слова: физическая подготовка военнослужащих, гипоксическая тренировка, физиология подводных погружений.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF HYPOXIC TRAINING WITH UNDERWATER DIVE IN THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION OF CADETS

Rzayev D.O.¹, Rumyantseva E.R.²

¹*A branch of Military training scientific center air Force "air force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin" in Chelyabinsk, Chelyabinsk, e-mail Rizo.dima@mail.ru;*

²*Bashkir institute of physical education (branch) The Ural state university of physical education, Ufa, e-mail: rumelv@yandex.ru*

Presented psycho-physiological rationale for the inclusion of physical education of cadets of flight schools methods of hypoxic training with underwater dive. The method is based on the development of innate abilities to free diving. The main condition for its realization is the combination of physical and psychological aspects of training, use of breathing exercises on land and in water, to enhance the body's resistance as conditions caused by hypoxia and hyperventilation of the lungs. The study determined that the application of the developed technique contributes to the improvement of the sensory qualities and mental health, improve the functional reserves of the cardiorespiratory system. There was a positive dynamics of increase of resistance to hypoxia to inhale and exhale, the maximum aerobic capacity of the organism, the adaptive capacity of the cardiovascular system and reserves of the heart.

Keywords: physical training of servicemen, hypoxic training, the physiology of diving.

Физическая подготовка является одной из основных составляющих боевой подготовки, неотъемлемой частью воинского обучения личного состава, одним из направлений повышения боеспособности Вооруженных сил Российской Федерации. В процессе физической подготовки формируется, сила, быстрота, выносливость и ловкость. Физическая подготовка должна способствовать повышению устойчивости организма к воздействию стресс-факторов военно-профессиональной деятельности и окружающей среды, воспитанию психической устойчивости, смелости и решительности, уверенности в

своих силах, целеустремленности, инициативы и находчивости, выдержки и самообладания, настойчивости и упорства, формированию готовности к перенесению экстремальных физических и психических нагрузок в период подготовки и ведения боевых действий [1].

По мере развития и расширения возможностей боевого и гражданского применения летательных средств, усложнения технических средств увеличивается уровень сложности решаемых летчиком задач и, соответственно, возрастают требования к их организму. Высокая цена возможных ошибочных действий способствует росту интенсивности труда, повышению требований к психофизиологическим, физиологическим и психическим функциям, наряду с высоким уровнем физической подготовленности [2]. Все это определяет необходимость поиска новых и дальнейшее усовершенствование имеющихся средств и методов повышения физических и функциональных резервов организма летчиков, сохранения их работоспособности в процессе профессиональной деятельности.

Поскольку в основе экстремальных факторов их профессиональной среды ведущую роль играет гипоксия, представляется целесообразным рассматривать адаптацию к гипоксии как основу повышения функциональной и физической подготовки курсантов. Умение же распознать кислородное голодание, принять правильное решение и выполнить грамотные действия по устранению гипоксии является залогом успешного выхода из аварийной гипоксической ситуации в высотном полете.

Установлено, что неспецифическая резистентность, развивающаяся в процессе адаптации к гипоксии, способствует существенному повышению устойчивости человека к стресс-факторам. Известно также, что применение средств и методов повышения функционального состояния и физической работоспособности военнослужащих следует осуществлять по принципу комплексности воздействия. Примером эффективности комплексного использования таких факторов может служить эффект применения нормобарической гипоксии и статической физической нагрузки, превышающий результаты их раздельного использования [3; 4].

В.И. Продиным с соавт. (1993) предложен способ психофизиологической подготовки летчиков к высотным полетам в наземных условиях путем моделирования развития кислородного голодания, аналогичного гипоксии в аварийной ситуации в высотных полетах. Данный способ может быть использован для обучения летчиков распознаванию гипоксического состояния по собственным ощущениям, для формирования навыков по устранению гипоксии посредством использования штатных высотных средств жизнеобеспечения. Для этого авторы предлагают ступенчатый подъем летчика в барокамере с определенной скоростью и экспозицией до 6000 м, перевод его на дыхание кислородом и

резкий спуск [5].

Принимая во внимание все вышесказанное, полагаем, что применение гипоксической тренировки в сочетании с погружением вызывает особый интерес в подготовке курсантов, поскольку значительно расширяет функциональные возможности их организма. Физиологической основой данного эффекта является то, что при погружении пропорционально глубине увеличивается гидростатическое давление на легкие. В итоге на человеческий организм оказывается давление как атмосферное, так и гидростатическое. При этом происходит сжатие воздуха в легких, парциально уменьшается и объем газов в смеси атмосферного воздуха (кислород, углекислый газ и азот). Концентрация кислорода возрастает, он интенсивно поступает в кровь, насыщая ее. Наблюдается так называемый отсроченный эффект, когда снабжение клеток и тканей организма кислородом достаточное, и дышать не хочется длительное время. Чем больше глубина погружения, тем легче задерживать дыхание. Наблюдается также эффект перераспределения кровоснабжения организма. При увеличении глубины усиливается отток крови от конечностей, повышается снабжение кровью сердца, печени и мозга. После нескольких заныриваний и продолжительных задержек, апноэ стимулирует выработку новых красных кровяных телец и гемоглобина.

Гипоксические тренировки с погружением способствуют также повышению психологической устойчивости занимающихся. Наиболее важными следует считать обучение преодолению рефлекторного желания вдоха и способности расслабить тело и успокоить сознание в условиях стрессового воздействия водной среды, исключить панические неконтролируемые мыслительные процессы, которые резко сжигают резерв кислорода в крови [6].

Целью данного исследования являлось психофизиологическое обоснование использования гипоксической тренировки с погружением для повышения общефизической подготовленности курсантов летных училищ.

В исследовании принимали участие курсанты мужского пола (n=120), возраст которых составил от 18 до 23 лет. В ходе эксперимента применялись психофизиологические и физиологические методы с помощью программно-аппаратных комплексов «НС-ПсихоТест» (ООО «Нейрософт» г. Иваново) и «Валента+» (НПП «НЕО» г. Санкт-Петербург). Проводилась оценка следующих показателей:

- сенсомоторные качества (простая зрительно-моторная реакция, сложная зрительно-моторная реакция с дифференцировкой);
- когнитивные процессы (сложный устный арифметический счет, установление закономерностей – по интегральному показателю успешности);

- устойчивость к гипоксии (проба Штанге, проба Генчи, определение максимальных аэробных возможностей организма);

- функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (адаптационный потенциал, оценка резервов сердца – систолический и минутный объем крови).

Результаты констатирующего исследования подвергались математико-статистической обработке с целью определения достоверности различий по U-критерию Манна-Уитни в динамике проводимого эксперимента.

В основе разработанной методики гипоксической тренировки с подводным погружением лежало развитие врожденных способностей человека к свободному нырянию. Для этого используется целый комплекс различного вида упражнений как на суше, так и в воде, направленных на развитие физических и ментальных кондиций. Сочетание физического и психологического аспектов являлось главным условием реализации методики.

С физиологической точки зрения, для развития устойчивости к гипоксии тренировка должна быть направлена на повышение: эластичности легочной ткани; функционального состояния сердечно-сосудистой и лимфатической систем, позволяющего без вреда переносить заполнение сосудов грудной полости; устойчивости дыхательного центра к повышенному содержанию в крови углекислоты; способности организма работать при низких величинах потребления кислорода тканями [7].

В системе занятий общефизической подготовкой, наряду с выполнением всего комплекса физических упражнений, развивающих силу, ловкость, выносливость и волевые качества курсантов летных училищ, первостепенное внимание рекомендовалось уделять обучению правильному дыханию, а особенно глубокому освоению задержки дыхания на суше и в воде. Разработанная методика включала различные виды дыхания и специальные дыхательные упражнения: полное дыхание, очистительное дыхание, дыхание для увеличения рабочего объема легких, дыхание для расширения грудной клетки, дыхание, возбуждающее и затормаживающее воздействие вегетативной нервной системы, напряженная максимальная задержка дыхания при интенсивной мышечной деятельности.

Кроме того, в условиях полета при сильном эмоциональном напряжении часто наблюдается гипервентиляция. Данное явление способно вызвать в организме значительные функциональные изменения, в том числе обмороки и эпилептические реакции, и требует особой подготовки [8]. В связи с этим в методику были включены общеразвивающие упражнения с гипервентиляцией.

С целью определения эффективности разработанной методики нами была проанализирована динамика некоторых психофизиологических параметров курсантов, среднегрупповые значения которых в начале, середине и конце эксперимента представлены в

таблице.

Динамика психофизиологических и функциональных показателей курсантов в процессе внедрения в тренировочный процесс методики гипоксической тренировки с подводным погружением

Показатели	Фоновые замеры	В середине исследования	p1-2	В конце исследования	p1-3
Сенсомоторные качества					
Простая зрительно-моторная реакция, мс	273,10±11,23	257,01±10,38	>0,05	242,13±10,19	<0,05
Сложная зрительно-моторная реакция с выбором, мс	494,33±19,24	471,03±14,88	>0,05	456,09±10,23	<0,05
Когнитивные процессы					
Устный счет, усл. ед.	5,03±0,24	10,23±1,23	<0,05	17,76±1,91	<0,05
Установление закономерностей, усл. ед.	1,30±0,61	1,74±0,52	>0,05	1,75±0,44	>0,05
Устойчивость к гипоксии					
Проба Штанге, с	58,92±2,33	78,93±3,41	<0,05	91,01±5,58	<0,05
Проба Генчи, с	41,01±3,02	54,13±2,88	<0,05	66,18±4,03	<0,05
Максимальное потребление кислорода, % от должных величин	79,94	88,11		94,23	
Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы					
Адаптационный потенциал	2,61±0,13	2,9±0,31	>0,05	1,8±0,27	<0,05
Систолический объем крови, мл	80,23±4,99	87,64±3,01	>0,05	103,12±5,31	<0,05
Минутный объем кровотока, л/мин	5,55±0,43	6,01±0,39	>0,05	6,69±0,41	>0,05

Примечание: достоверность различий по U-критерию Манна-Уитни: p1-2 фоновых показателей и результатов, полученных к середине исследования, p1-3 результатов, полученных в середине и конце исследования.

Адекватная реакция на информацию от анализаторов, в условиях жесткого лимита времени, определяет эффективность работы летчика. Оценка сенсомоторной реакции на световой раздражитель позволяет оценить текущее функциональное состояние центральной нервной системы человека. Измеряется время с момента подачи сигнала до ответной реакции. Время реакции складывается из двух периодов: латентного (сенсорного) и моторного (времени, движения). Латентный период – это время восприятия и идентификации сигнала (зависит от скорости восприятия и обработки информации), а моторный период - выполнение движения, зависящее от быстроты возбуждения мышц,

преодоления сил инерции покоя тела и конечностей. Таким образом, показатель косвенно свидетельствует о двигательнo-координационном потенциале обследуемого.

Для оценки сложной сенсомоторной реакции в условиях тормозного дифференцирования, позволяющей судить о скорости реакции и мышления, внимании, испытуемому подавались 3 световых сигнала и 1 звуковой.

Как видно из представленных в таблице данных, показатели зрительно-моторной реакции имели тенденцию к улучшению в ходе всего исследования. А к концу эксперимента – сренегрупповые данные имели статистически достоверные различия по сравнению с исходными данными ($p < 0,05$).

Гипоксическая тренировка с погружением приводила к позитивным сдвигам состояния когнитивных психических процессов испытуемых курсантов даже при исходно высоком их уровне.

По показателям умственной работоспособности с использованием устного счета происходило постепенное снижение числа допускаемых ошибок. Так, число правильно решенных примеров увеличилось по сравнению с фоновыми показателями на 15,40%, число ошибок расчета снизилось на 38,46%, доля ошибок – 26,32%, а интегральный показатель успешности деятельности повысился до значения $17,76 \pm 1,91$ усл. ед.

По результатам выполнения теста на логическое мышление «Установление закономерностей» в ходе исследования число правильно выбранных слов возросло в среднем по группе на 27,01%, общее число ошибок и суммарная доля ошибок уменьшились. Интегральный показатель успешности увеличился до $1,75 \pm 0,44$ усл. ед. Однако вследствие большого разброса данных внутри группы нами не выявлено статистически достоверных различий по данному показателю в динамике исследования.

Устойчивость к гипоксии в ходе исследования оценивалась по продолжительности задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) и на выдохе (проба Генчи). Эти показатели дают косвенное представление о способности организма противостоять недостатку кислорода, характеризуют как работоспособность человека, так и его психологическую устойчивость. По обоим показателям наблюдалась достоверная положительная динамика уже к середине исследования, а к концу – результаты увеличились в среднем по группе в 1,5 и 1,6 раза соответственно. Следует отметить достаточно высокие показатели пробы Генчи, что позволяет предположить высокую степень адаптации дыхательного центра к гипоксии и гипоксемии в процессе тренировки.

Аэробные возможности организма являются важнейшим показателем физической работоспособности и тренированности на выносливость, а наиболее информативным является оценка максимального потребления кислорода (МПК). Для более точного

определения уровня физического состояния принято оценивать данный показатель по отношению к должным величинам, соответствующим средним значениям нормы для данного возраста и пола. В ходе анализа полученных данных было выявлено, что уровень МПК в процентах к должным величинам увеличился с 79,94 до 94,23%.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы определяли по уровню адаптационного потенциала по Р.М. Баевскому и показателям резервов сердца. Установлено, что чем выше уровень физической работоспособности, тем больше объем сердца и его полостей, масса миокарда левого желудочка и максимальный ударный объем крови. Поэтому для оценки резервов сердца необходимо, в первую очередь, определить систолический и минутный объем крови.

Уровень адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы курсантов, принимавших участие в исследовании, при фоновых замерах характеризовался как «напряжение механизмов адаптации», что указывает на достаточные функциональные возможности сердца и сосудов, обеспечиваемые за счет функциональных резервов. К середине эксперимента уровень напряжения несколько возрос, что может быть связано с высокой интенсивностью предлагаемых физических нагрузок при реализации разработанной нами методики, однако оставался в той же зоне. К концу исследования мы наблюдали устойчивое снижение адаптационного потенциала у всех обследуемых до уровня «удовлетворительная адаптация», что указывает на высокие или достаточные функциональные возможности организма.

Изучение динамики систолического объема крови в процессе физической подготовки курсантов с применением методики гипоксической тренировки с подводным погружением выявило значительные изменения показателей к концу исследования в среднем по группе на 28,53% соответственно, что представляется вполне естественным, поскольку испытуемыми выполнялся большой объем работы на развитие выносливости. Минутный объем кровотока при этом изменился незначительно. А поскольку данный показатель зависит в основном от систолического объема крови и частоты сердечных сокращений, можно предположить, что сердце стало работать в более экономичном режиме.

Таким образом, включение в процесс общефизической подготовки курсантов летних училищ методики гипоксической тренировки с подводным погружением, включающей в себя целый комплекс различного вида упражнений как на суше, так и в воде, направленных на развитие физических и ментальных кондиций, специальные дыхательные упражнения на устойчивость к гипоксии и гипервентиляции, способствует улучшению сенсомоторных качеств и когнитивных процессов, повышению функциональных резервов кардиореспираторной системы.

Список литературы

1. Наставление по физической подготовке и спорту в Вооруженных силах Российской Федерации (НФП-2001): Приказ Министра обороны Российской Федерации № 631 от 31 декабря 2000 года // Электронный фонд правовой и технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901853132> (дата обращения: 11.10.17).
2. Благинин А.А. Гипоксическая тренировка как метод коррекции пограничных функциональных состояний организма операторов сложных эргатических систем: монография. – Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского гос. ун-та, 2015. – 106 с.
3. Михеева Г.Ф. Психофизиологическое обоснование применения гипоксической тренировки для коррекции пограничных функциональных состояний авиационных специалистов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2012. – 29 с.
4. Коурова О.Г. Экология человека и профессиональная адаптация / О.Г. Коурова, Т.В. Попова, Н.В. Парская и др. // Международный научно-исследовательский журнал. - 2016. - № 12-1 (54). – С. 31-34.
5. Продин В.И., Черняков И.Н., Шишов А.А. и др. Способ подготовки летчика из гипоксической ситуации: Патент России № 2004013. 30.11.93. Бюл. № 43.
6. Пелевин А. Физиология подводных спусков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aleksey-pelevin.blogspot.ru/2016/06/blog-post_9.html (дата обращения: 01.10.17).
7. Абзалов Н.И. Подвижность насосной функции сердца при различных двигательных режимах / Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов, Р.Р. Абзалов // Теория и практика физической культуры. – 2014. - № 3. – С. 17-19.
8. Горелов А.А. Основы специальной физической подготовки летного состава. – СПб.: Типография Военного ин-та физической культуры, 1993. – С. 55-65.