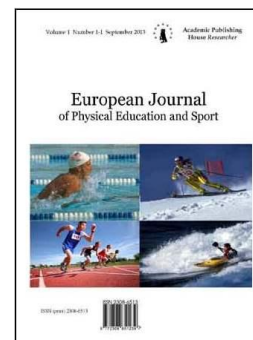


Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
European Journal of Physical Education and Sport
Has been issued since 2013.
ISSN: 2310-0133
Vol. 7, Is. 1, pp. 24-30, 2015

DOI: 10.13187/ejpe.2015.7.24
www.ejournal7.com



UDC 612

Features of Adaptation of Students' Organism to Diving Hypoxia

- ¹ Aiman E. Konkabaeva
² Gulmira M. Tykezhanova
³ Kundyž A. Nurlybaeva
⁴ Sholpan M. Nugumanova
⁵ Beybitgul A. Kanafina

¹ E.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
28, University Street, Karaganda city, 100000
Dr. (Medicine), Professor
E-mail: aiman54@mail.ru

² E.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
28, University Street, Karaganda city, 100000
PhD (Biology), Assistant Professor
E-mail: fizio@mail.ru

³ E.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
28, University Street, Karaganda city, 100000
Master (Biology), senior teacher
E-mail: kunduz09@mail.ru

⁴ E.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
28, University Street, Karaganda city, 100000
PhD (Medicine), Assistant Professor

⁵ E.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
28, University Street, Karaganda city, 100000
Bachelor (Biology)

Abstract

The article contains questions of adaptation to cold-hypoxic-hypercapnic exposure, which is accompanied by the formation of resistance of specific and nonspecific character. It was revealed that specific adaptation to cold-hypoxic-hypercapnic exposure is accompanied by time increase of apnea, reduce of recovery time, and change of the speed characteristics of reactivity. Dynamics was observed already on the short-term stage of adaptation and fixed in the formation of stable adaptation under the exposure of cold-hypoxic-hypercapnic training. Adaptation to cold-hypoxic-hypercapnic exposure had a positive effect on the state of students' autonomic nervous system.

Keywords: Adaptation; cardiovascular system; cold-hypoxic-hypercapnic exposure; nervous system; hypoxia; students; cardiac rhythm; regulatory system; higher nervous activity.

Введение

Открытие механизмов формирования долговременной адаптации, изучение и детальный анализ прямых и перекрестных защитных эффектов адаптации легло в основу клинко-физиологического применения адаптации в терапии и профилактике заболеваний

человека, то есть, развития адаптационной медицины [1]. Именно этот аспект приобретает в последнее время наибольшую актуальность в связи с изменяющимися экологическими, экономическими и социальными условиями существования. Одним из наиболее распространенных негативных факторов среды является гипоксия, которая лежит в основе патогенеза сердечно-сосудистых, нервных и других заболеваний. Она возникает при физических нагрузках, психоэмоциональном напряжении, жизнедеятельности в неадекватных условиях среды. В связи с этим, решение проблемы повышения общей резистентности, работоспособности связано с устойчивостью функциональных систем организма к гипоксии и устройению ее последствие [2, 3]. В этой связи, перспективно эколого-физиологическое направление, разрабатываемое сотрудниками лаборатории, структурно-функциональных адаптаций НИИ физиологии им. А.А. Ухтомского СПбГУ. Сотрудники лаборатории разработали методику холодо-гипокси-гиперкапнического воздействия (ХГВ), с помощью которой формируется устойчивая адаптация к гипоксии, повышается психологическая толерантность. В связи выше изложенным целью нашего исследования было применение метода ХГВ для оздоровления студентов и изучение особенностей их адаптации к гипоксии ныряния.

Материалы и методы

Нами были обследованы студенты из Юго-Восточного района, г. Караганды. Контингент обследованных составили 20 практически здоровых юношей и девушек в возрасте от 19 до 21 года, не имеющих нарушений в состоянии здоровья. Исследования проводили в первой половине дня, индивидуально. В соответствии с задачами эксперимента оценивались вегетативный статус студентов и параметры их сердечно-сосудистой системы (ССС). Анализ вариабельности сердечного ритма осуществлялся по методике Р.М.Баевского (1995 г.) [4]. Запись и анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) производились на компьютеризированном комплексе «Варикард» («Рамена», Рязань). Исследование ВРС у каждого студентов выполнялось в положении лежа в покое до и после ХГВ. Параметры ВРС регистрировали в течение 5 мин и рассчитывали на компьютере по специальной программе. Для определения особенностей адаптации ССС к гипоксии ныряния применялось холодо-гипокси-гиперкапническое воздействие, состоящее из трех компонентов: кратковременной гипоксии, холода и гиперкапнии, которые развивались при погружении лица в воду с температурой 11-12С [5]. ХГВ проводили 3 раза последовательно, интервал между погружениями составлял две минуты. Тренировка длилась в течение 3-х недель, для каждого студента был разработан индивидуальный график. Результаты обрабатывались статистически с использованием программы Excel, достоверность результатов оценивалась по критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Как показали многочисленные исследования, весьма удобной моделью для изучения механизмов адаптации к гипоксии является нырательный рефлекс. Человеку присущ комплекс адаптивных сердечно-сосудистых реакций, аналогичных ныряющим животным [6]. В связи с этим, целью исследования было: активизировать путем тренировки цепь системных перестроек организма, аналогичных тем, которые возникают при нырянии животных.

В результате предварительно проведенных исследований выяснилось, что в обследуемой группе при однократной ХГВ тренировке по типу реакции к холодо-гипокси-гиперкапническому воздействию студенты распределились следующим образом: 17 % исследуемых имело высокорезактивный тип реагирования, 66 % студентов – реактивный тип реагирования, к ареактивному типу относилось 17 % обследованных.

Для высокорезактивного типа характерно быстрое развитие брадикардии и невысокая длительность апноэ, что свидетельствует о низком пороге активации тактильных и холодовых рецепторов и является косвенным показателем напряженности регуляторных систем. Для реактивного типа с постепенным развитием брадикардии и длительным апноэ характерен высокий порог тактильной и холодовой чувствительности, что отражает менее выраженную напряженность регуляторных систем. Ареактивный тип проявляется отсутствием каких либо изменений в ответ на ХГВ и низкой чувствительностью к

повышенной концентрации угольной кислоты. Таким образом, в исследуемой группе студентов основной контингент составил реактивный тип реагирования (таблица 1).

Таблица 1

Соотношение типов реагирования на ХГВ у студентов

Тип реагирования	до тренировки с помощью ХГВ	после тренировки с помощью ХГВ
высокореактивный	17%	10%
реактивный	66%	90%
ареактивный	17%	-

Под влиянием адаптации у части испытуемых ареактивного типа реактивность несколько повысилась и они изменили свой тип реагирования на реактивный. В результате после адаптации к ХГВ число студентов с реактивным типом составило 90 %, с высокореактивным типом реагирования уменьшилось до 10 %, студентов с ареактивным типом реагирования после тренировки не обнаружилось, что отражает положительное воздействие тренировки с помощью ХГВ на нервную систему. Снижение реактивности системы блуждающего нерва под влиянием адаптации связывают с повышением порога чувствительности рецепторов рецептивных полей, привыканием, развивающимся в высших центральных отделах регуляции, а также с уменьшением гомеостатического сдвига под влиянием комплекса раздражителей в связи с совершенствованием системы защиты и перехода на более экономный тип метаболизма [7].

Изучение вегетативного статуса испытуемых студентов позволило выявить следующие особенности: в группе юношей до тренировки ХГВ 33,3 % составили студенты с выраженным преобладанием парасимпатической регуляции, умеренное преобладание симпатической и парасимпатической нервной системы и сбалансированный тип ВНС отмечены в 22,2 % случаев соответственно (рис. 1).

После проведения тренировки ХГВ у юношей наблюдался сбалансированный тип ВНС в 33,3 %, выраженное и умеренное преобладание парасимпатической нервной системы также в 33,3 % соответственно (рис. 2).

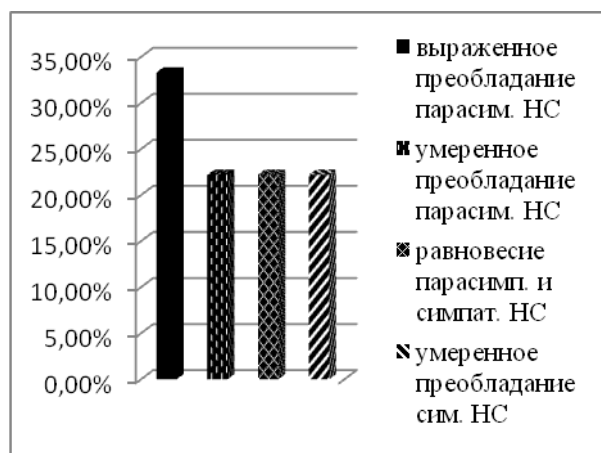


Рис. 1. Вегетативный статус юношей до тренировки ХГВ

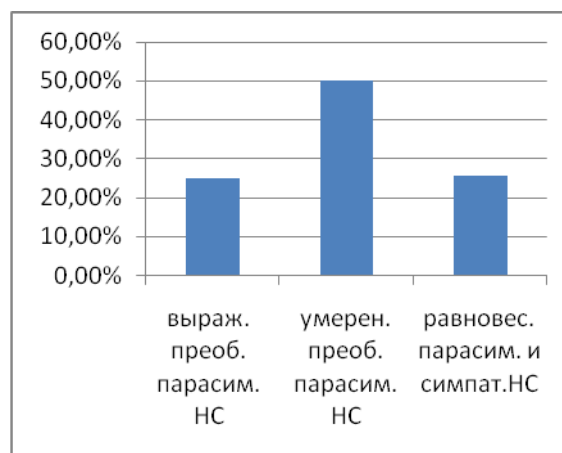


Рис. 2. Вегетативный статус юношей после тренировки ХГВ

У девушек до тренировки ХГВ выраженное преобладание парасимпатической регуляции и сбалансированный тип регуляции составили 25 % соответственно, умеренное преобладание парасимпатической нервной системы наблюдалось в 50 % (рис. 3).

После тренировки ХГВ вегетативный статус распределился следующим образом: выраженное и умеренное преобладание парасимпатического отдела наблюдалось у 12,5 % и 62,5 % соответственно, равновесие симпатической и парасимпатической регуляции у 25 % испытуемых (рис. 4).

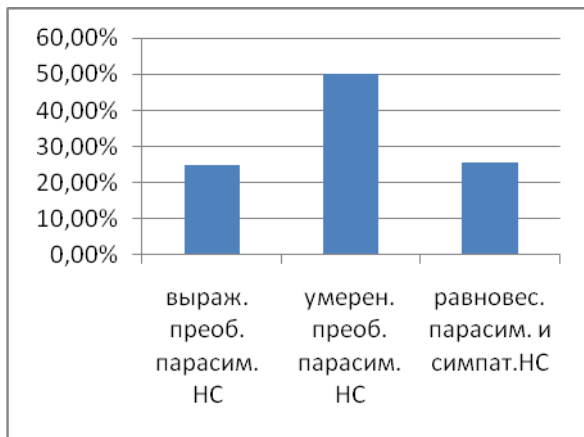


Рис. 3. Вегетативный статус девушек до ХГВ

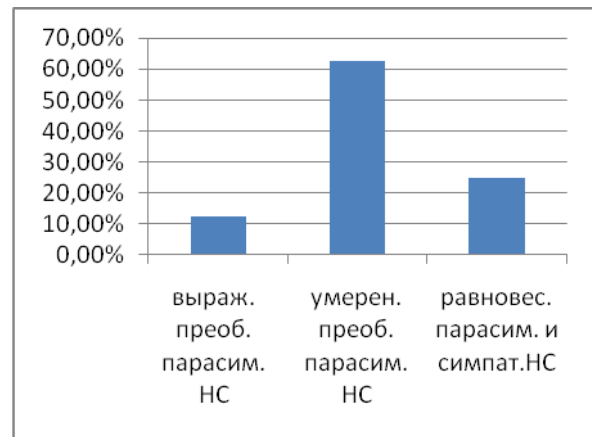


Рис. 4. Вегетативный статус девушек после ХГВ

Таким образом, адаптация к ХГВ положительно сказывается на вегетативном статусе как юношей, так и девушек, свидетельством чего является уменьшение количества студентов с выраженным преобладанием парасимпатического отдела нервной системы и сдвиг вегетативного статуса в сторону умеренного преобладания парасимпатической регуляции.

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы и регуляторных систем организма мы использовали метод регистрации variability сердечного ритма, оценивая фоновые спектральные характеристики и после тренировки ХГВ.

Адаптационные возможности организма и его реабилитационный потенциал мы оценивали используя параметры спектрального анализа: показатель общей мощности спектра (TP), баланс отделов вегетативной нервной системы (ВНС) (LF/HF) и структуру спектральной мощности (HF, LF, VLF) [8].

В испытуемой группе у юношей до тренировки высокая общая мощность спектра была обнаружена у 89 %, умеренная общая мощность спектра, в 11 %. После тренировки достоверных отличий по показателю общей мощности спектра не было выявлено как у юношей, так и у девушек (рис. 5, 6).

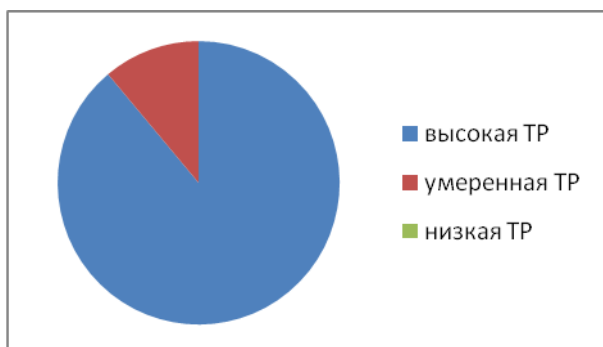


Рис. 5. Общая мощность спектра (TP) ВСР у юношей до ХГВ

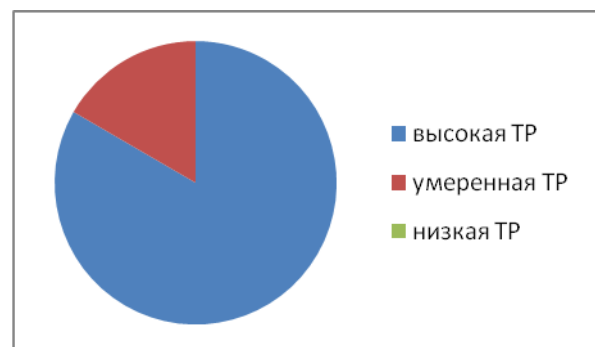


Рис. 6. Общая мощность спектра (TP) ВСР у юношей после ХГВ

Оценка общей спектральной мощности ВСР у студентов, отражающего вариативность сердечного ритма, позволяет сделать заключение, что текущее функциональное состояние организма студентов испытуемой группы, характеризующейся уровнем повседневной физической активности, следует считать удовлетворительным.

Фоновое снижение мощности высокочастотных компонентов спектра мы наблюдали у 77,7 % испытуемых юношей. После тренировки с помощью ХГВ показатели существенно не изменились. Умеренное увеличение доли вклада очень низкочастотного компонента после тренировки в большей степени проявившееся у юношей может быть отражением перехода на более медленный гуморально-метаболический уровень регуляции (таблица 2).

Таблица 2

Показатели волновой структуры ритма сердца у практически здоровых юношей до и после тренировки с помощью ХГВ

Показатели	до тренировки				после тренировки			
	HF %	LF %	VLf %	LF/HF	HF %	LF %	VLf %	LF/HF
Медиана	23,6	37,7	38,7	1,51	26,4	37,1	39,4	1,29
25-я перцентиль	17,7	24,6	16,5	0,78	11,6	22,5	30	1,18
75-я перцентиль	47	61,9	51,7	3,5	32,2	39,7	65,9	2,28

Комплексная оценка вариабельности сердечного ритма может осуществляться по интегральному показателю активности регуляторных систем (ПАРС), который позволяет дифференцировать различные степени напряжения регуляторных систем. В наших исследованиях фоновые показатели ПАРС демонстрировали состояние оптимального напряжения регуляторных систем, необходимое для поддержания активного равновесия организма со средой, у 33,3 % юношей и 8,3 % девушек, что отражает состояние удовлетворительной адаптации. Состояние умеренного напряжения регуляторных систем, когда для адаптации к условиям окружающей среды организму требуются дополнительные функциональные резервы возникают в процессе адаптации к трудовой деятельности, при эмоциональном стрессе или при воздействии неблагоприятных экологических факторов. В наших исследованиях состояние функционального напряжения обнаружено у 44,4 % юношей и 66,6 % девушек. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпатико-адреналовой системы и системы гипофиз-надпочечники наблюдалось у 22,2 % юношей и 25 % девушек.

После тренировки с помощью ХГВ количество испытуемых юношей с оптимальным напряжением регуляторных систем не изменилось, а девушек достоверно ($P < 0,01$) увеличилось до 75 %. Состояние умеренного напряжения регуляторных систем у юношей встречалось в 50 % случаев, у девушек в 25 %. Выраженное же напряжение регуляторных систем организма отмечалось у 16,6 % испытуемых юношей, а у девушек не отмечалось вовсе после адаптации к ХГВ.

Заключение

Таким образом, адаптация к ХГВ сопровождается формированием резистентности специфического и неспецифического характера. Специфическая адаптация к ХГВ сопровождалась увеличением времени апноэ, сокращением времени восстановления, изменением скоростных характеристик реактивности. Данная динамика наблюдается уже на срочном этапе адаптации, под влиянием ХГВ и прочно закрепляется при формировании устойчивой адаптации под воздействием ХГВ тренировки [9].

Неспецифическая резистентность отражается в функционировании регуляторных систем. Интегрально эти характеристики отражаются в адаптационном показателе Р.М. Баевского. Так, в наших исследованиях в группе испытуемых интегральный показатель активности регуляторных систем (ПАРС) уменьшился под влиянием ХГВ тренировки после прохождения только одного курса.

Примечания:

1. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: Механизмы и защитные эффекты адаптации. Москва: Нурохиа Medical, 1993. 331 с.
2. Динамика работоспособности моторного аппарата системы дыхания при гипервентиляции в условиях гипоксии и гиперкапнии / В.И. Миняев, П.Б. Гусев,

Ю.Г. Молоков и др. // Материалы VII Всероссийского симпозиума "Эколого-физиологические проблемы адаптации". Москва, 1994. С. 185.

3. Морозова О.В. Целесообразность использования прерывистой нормобарической гипокситерапии в комплексном лечении рецидивирующих бронхитов у детей // Физиологичний журнал. 1996. Т. 42.

4. Баевский Р.М. Медико-физиологические аспекты разработки аппаратно-программных средств для математического анализа ритма сердца / Р.М. Баевский, А.Р. Баевский, М.М. Лапкин, Ю.Н. Семенов, П.В. Шалкин // Российский медико-биологический вестник. 1996. №1-2. С. 104-113.

5. Галандцев В.П., Баранова Т.И., Январева И.Н. Немедикаментозный способ реабилитации, профилактики и повышения функционального резерва организма человека // Патент России №2161476. 2001.

6. Баранова Т.И. Об особенностях нырятельной реакции у человека // Рос. Физиол. журн. им. И.М.Сеченова. 2004. Т. 90. №1. С. 20-31.

7. Черниговский В.Н. Избранные труды. Серия: Памятники отечественной науки. XX век. СПб.: Наука, 2007. 574 с.

8. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин и др. // Вестник Аритмологии. 2001. Т. 24. С. 66-85.

9. Баранова Т.И. Механизмы адаптации к гипоксии ныряния: автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 2010.

References:

1. Meerson F.Z. Adaptatsionnaya meditsina: Mekhanizmy i zashchitnye efekty adaptatsii. Moskva: Hypoxia Medical, 1993. 331 s.

2. Dinamika rabotosposobnosti motornogo apparata sistemy dykhaniya pri giperventilyatsii v usloviyakh gipoksii i giperkapnii / V.I. Minyaev, P.B. Gusev, Yu.G. Molokov i dr. // Materialy VII Vserossiiskogo simpoziuma "Ekologo-fiziologicheskie problemy adaptatsii". Moskva, 1994. S. 185.

3. Morozova O.V. Tselesoobraznost' ispol'zovaniya preryvistoi normobaricheskoi gipoksiterapii v kompleksnom lechenii retsdiviruyushchikh bronkhитov u detei // Fiziologichnii zhurnal. 1996. Т. 42.

4. Baevskii R.M. Mediko-fiziologicheskie aspekty razrabotki apparatno-programmnykh sredstv dlya matematicheskogo analiza ritma serdtsa / R.M. Baevskii, A.R. Baevskii, M.M. Lapkin, Yu.N. Semenov, P.V. Shalkin // Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik. 1996. №1-2. S. 104-113.

5. Galandtsev V.P., Baranova T.I., Yanvareva I.N. Nemedikamentoznyi sposob reabilitatsii, profilaktiki i povysheniya funktsional'nogo rezerva organizma cheloveka // Patent Rossii №2161476. 2001.

6. Baranova T.I. Ob osobennostyakh nyryatel'noi reaktcii u cheloveka // Ros. Fiziol. zhurn. im. I.M.Sechenova. 2004. Т. 90. №1. S. 20-31.

7. Chernigovskii V.N. Izbrannyye trudy. Seriya: Pamyatniki otechestvennoi nauki. XX vek. SPb.: Nauka, 2007. 574 s.

8. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem / R.M. Baevskii, G.G. Ivanov, L.V. Chireikin i dr. // Vestnik Aritmologii. 2001. Т. 24. S. 66-85.

9. Baranova T.I. Mekhanizmy adaptatsii k gipoksii nyryaniya: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. SPb., 2010.

УДК 612

Особенности адаптации организма студентов к гипоксии ныряния

¹ Айман Ережеповна Конкабаева

² Гульмира Менгалиевна Тыкежанова

³ Кундыз Амангельдиевна Нурлыбаева

⁴ Шолпан Мукатаевна Нугуманова
⁵ Бейбитгуль Абилкасовна Канафина

¹ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан
100000, г.Караганда, ул. Университетская, 28

Доктор медицинских наук, профессор
E-mail: aiman54@mail.ru

² Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан
100000, г.Караганда, ул. Университетская, 28

Кандидат биологических наук, доцент
E-mail: fizio@mail.ru

³ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан
100000, г.Караганда, ул. Университетская, 28

Магистр биологии, старший преподаватель
E-mail: kunduzo9@mail.ru

⁴ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан
100000, г.Караганда, ул. Университетская, 28

Кандидат медицинских наук, доцент

⁵ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан
100000, г.Караганда, ул. Университетская, 28

Бакалавр биологии

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы адаптации к холодо-гипоксигиперкапническому воздействию, которое сопровождается формированием резистентности специфического и неспецифического характера. Выявлено, что специфическая адаптация к холодо-гипоксигиперкапническому воздействию сопровождается увеличением времени апноэ, сокращением времени восстановления, изменением скоростных характеристик реактивности. Динамика наблюдалась уже на срочном этапе адаптации и закреплялась при формировании устойчивой адаптации под воздействием холодо-гипоксигиперкапнической тренировки. Адаптация к ХГВ положительно сказывалась на состоянии вегетативной нервной системы студентов.

Ключевые слова: адаптация; сердечно-сосудистая система; холодо-гипоксигиперкапническое воздействие; нервная система; гипоксия, студенты; сердечный ритм; регуляторная система; ВНС.