

УДК 612.16: 612.275.1 – Пульс: Действие пониженного атмосферного давления

## ИЗМЕНЕНИЕ РАБОТЫ СЕРДЦА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОЙ ГИПОКСИИ И СФИГМОТОНА – ЧАСТОТНОЙ МОДЕЛИ ПУЛЬСА

© 2015. Ф.М.Арахова<sup>1</sup>, О.В.Пшикова<sup>1</sup>, М.Т.Шаов<sup>1</sup>, Х.А.Курданов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г.Нальчик

<sup>2</sup> Центр медико-экологических исследований – филиал Государственного научного центра РФ Института медико-биологических проблем РАН, г.Нальчик

Статья поступила в редакцию 12.10.2015

В статье рассматривается влияние высокогорной гипоксии и модели электроакустических сигналов пульса на динамику частоты сердечных сокращений на высоте 512-3500 метров над уровнем моря.  
*Ключевые слова:* гипоксия, адаптация, сердце, пульс, звук, высокогорье.

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение влияния высокогорных условий на организм человека продолжает оставаться одной из актуальных научных проблем физиологии, практическая важность которой обусловлена растущими нуждами в системах здравоохранения, полетов в стратосферу и космос, горовосхождения, физкультуры и спорта.

Во многих исследованиях доказано, что универсальным индикатором компенсаторно-приспособительной деятельности организма являются функциональные показатели сердечно-сосудистой системы (ССС) [1,4,6,7,9].

Одним из наиболее важных физиологических показателей деятельности ССС является частота сердечных сокращений. Уровень частоты сердечбиений – весьма лабильный показатель функционального состояния ССС, который изменяется под влиянием как внутренних (эндогенных), так и внешних (экзогенных) раздражителей, отражая различные стороны физиологического напряжения. Средняя частота сердечных сокращений отражает конечный результат многочисленных регуляторных влияний на систему кровообращения и характеризует сложившийся в процессе адаптации уровень гомеостаза [5, 8].

В данной ситуации особенно важно проводить исследования функционального состояния организма, анализ деятельности его сердечно-сосудистой системы. Необходимым представля-

ется поиск способов увеличения адаптационных резервов организма с целью минимизации отрицательного эффекта от гипоксии, как главного лимитирующего фактора жизни в условиях высокогорья.

В связи с этим, нами была проведена серия исследований с целью определения динамики ЧСС неадаптированных к гипоксии лиц в условиях высокогорья (3500 метров над уровнем моря) и изучение возможности коррекции возникающих при этом сдвигов с помощью импульсно-гипоксических адаптаций и импритинг-технологии «Сфигмотон»- модели электроакустических сигналов (ЭАС) пульса тренированного человека. Ранее проводились исследования по изучению влияния этой модели на значение ЧСС в условиях среднегорья [2, 3].

### ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе приняли участие сотрудники и студенты кафедры физиологии человека и животных биологического факультета КБГУ и научно-исследовательской лаборатории КБГУ-РАН «Биофизика нейроинформационных технологий» в количестве 30 человек (количество измерений n=450), средний возраст которых составил 20-22 года. Все участники исследования были разделены на 2 группы по 15 человек в каждой. Первая группа (контрольная) не подвергалась воздействию изучаемой модели пульса. Вторая группа (опытная) в течение 10 дней подвергалась 5-минутному воздействию ЭАС «Сфигмотон». Импульсно-гипоксические сеансы были общими для обеих групп. У всех участников исследования ЧСС регистрировалась с помощью метода пульсоксиметрии на установке Элокс-01М2.

Исследование динамики ЧСС проводилось в КБР в следующих условиях: г.Нальчик (512м) → на Эльбрусе поляна Азау-1 (2300м) → станция «Мир» (3500м, высокогорная гипоксия) → на спуске поляна Азау-2 → г.Нальчик.

*Арахова Фарида Мартиновна, аспирант кафедры физиологии человека и животных. E-mail: faridey@mail.ru*

*Пшикова Ольга Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных. E-mail: olgapshikova@mail.ru*

*Шаов Мухамед Талибович, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой физиологии человека и животных. E-mail: shaov\_mt@mail.ru*

*Курданов Хусейн Абукаевич, доктор медицинских наук, профессор, руководитель Центра медико-экологических исследований – филиала ГНЦ РФ ИМПБ РАН.*

*E-mail: kurdanov@yandex.ru*

Таким образом, участники исследования подвергались действию высокогорной гипоксии в импульсном режиме с частотой 1 раз в день и амплитудой от 512 до 3500 метров относительно уровня Балтийского моря. С учетом этого обстоятельства результаты исследования имеют большое социально-практическое значение, т.к. ежедневно тысячи туристов из разных регионов РФ и других стран именно в этом еще неизученном режиме подвергаются действию высокогорной гипоксии на Эльбрусе.

Полученные данные подвергались статистической обработке с помощью пакета программ SPSS v.13.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На 1-й день исследования средние фоновые значения ЧСС (г.Нальчик, 512м) в контрольной группе составили  $78,98 \pm 0,45$  уд/мин, в группе опыта-  $73,94 \pm 0,42$  уд/мин (рис.1). Такие значения ЧСС соответствуют физиологической норме. После подъема на высоту 3500 метров над уровнем моря (станция «Мир») в обеих группах происходит достоверное увеличение ЧСС: в контрольной группе ее значение возрастает в среднем до  $94,49 \pm 0,88$  уд/мин, а в группе опыта, которая подвергалась действию Сфигмотона, - до  $88,48 \pm 0,96$  уд/мин.

На 3-й день исследования фоновые значения ЧСС в контрольной группе составляют  $81,16 \pm 0,38$  уд/мин, а в группе опыта-  $81,9 \pm 0,50$  уд/мин, то есть находятся практически на одном уровне. На высоте 3500 м значение ЧСС участников группы контроля достигает  $89,89 \pm 0,94$  уд/мин, а группы опыта-  $88,06 \pm 0,54$  уд/мин.

На 5-й день исследования фоновые значения ЧСС на высоте 512 м в контрольной группе составляют  $79,23 \pm 0,46$  уд/мин, в группе опыта-  $80,14 \pm 0,75$  уд/мин. После подъема на «Мир» наблюдается следующая динамика: в контрольной группе ЧСС достоверно возрастает до  $94,20 \pm 0,79$  уд/мин, а в группе опыта только до  $87,06 \pm 0,62$  уд/мин.

На 7-й день фоновые значения ЧСС составляют  $79,96 \pm 0,52$  уд/мин в контрольной группе и  $74,29 \pm 0,24$  уд/мин в группе опыта. На высоте 3500 м в контрольной группе наблюдается достоверное повышение ЧСС до  $93,37 \pm 0,53$  уд/мин. В группе опыта на этой же высоте ЧСС повышается до  $87,44 \pm 0,62$  уд/мин.

В последний 9-й день исследования фоновые значения в контрольной группе составляют  $77,60 \pm 0,40$  уд/мин, в группе опыта-  $76,09 \pm 0,28$  уд/мин. После подъема на «Мир» наблюдается повышение ЧСС до  $90,55 \pm 0,75$  уд/мин в контрольной группе и до  $90,62 \pm 0,57$  уд/мин в группе опыта.

Таким образом, на высоте 3500 м за 9 дней исследования наблюдаются следующие колебания ЧСС участников исследования: По сравнению со значениями в 1 день (контроль-  $94,49 \pm 0,88$  уд/мин, опыт-  $88,48 \pm 0,96$  уд/мин), на 3-й день в контрольной группе наблюдается снижение ( $p < 0,05$ ) ЧСС до  $89,89 \pm 0,94$  уд/мин. В это время в группе опыта значение ЧСС практически не меняется и составляет  $88,06 \pm 0,54$  уд/мин. На 5-й день исследования происходит достоверное (по отношению к предыдущему дню) повышение ЧСС до  $94,20 \pm 0,79$  уд/мин в группе контроля, ЧСС участников группы опыта снижается ( $p > 0,05$ ) до  $87,06 \pm 0,62$  уд/мин. На 7-й день ЧСС участников контрольной группы снижается до  $93,37 \pm 0,53$  уд/мин. В это время в группе опыта ЧСС практически не меняется ( $87,44 \pm 0,62$  уд/мин). На 9-й день ЧСС в

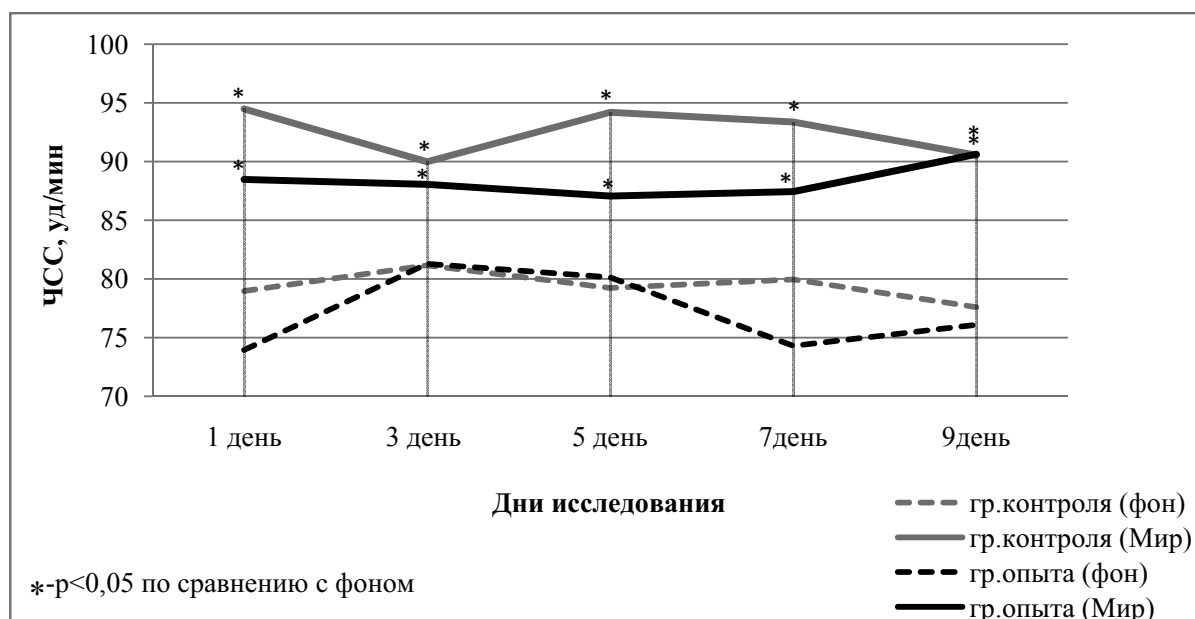


Рис. 1. Динамика ЧСС под влиянием гипоксии и Сфигмотона в г.Нальчик (фон) и на станции «Мир»

группе контроля снижается до  $90,55 \pm 0,75$  уд/мин, а в группе опыта возрастает до  $90,62 \pm 0,57$  уд/мин.

Средние фоновые значения ЧСС участников контрольной группы на высоте 512 метров над уровнем моря (г. Нальчик) за все 10 дней исследования составляли  $79,23 \pm 0,46$  уд/мин. Во второй группе на той же высоте среднее значение ЧСС равнялось  $80,72 \pm 0,56$  уд/мин (рис.2). Полученные в обеих группах значения ЧСС соответствовали физиологической норме, характерной для жителей средне- и высокогорья.

При подъеме на высоту 2300 метров (Азау-1) в контрольной группе произошло достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение ЧСС участников исследования в среднем до  $84,31 \pm 0,42$  уд/мин. В группе опыта, которая до восхождения подверглась действию ЭАС «Сфигмотон», на данной высоте произошло повышение ЧСС до  $85,07 \pm 0,51$  уд/мин.

На высоте 3500 метров происходило достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение ЧСС как в группе контроля, так и в группе опыта. На этом этапе в контрольной группе ЧСС составляла в среднем  $92,52 \pm 0,78$  уд/мин, а в группе опыта -  $88,33 \pm 0,66$  уд/мин. Полученные сдвиги объясняются тем, что на высоте 1500-3500 м становится ощутимым влияние кислородного голодания. В организме наблюдаются реакции, направленные на усиление деятельности компенсаторных механизмов систем дыхания и кровоснабжения – учащение дыхания и ЧСС. Однако, в группе опыта, которая подвергалась воздействию модели «голоса» пульса происходило меньшее (по сравнению с контрольной группой) напряжение данных механизмов.

Далее показатели снимались повторно на спуске. На высоте 2300 м (Азау-2) значение ЧСС в группе контроля оказалось выше, чем было

перед подъемом -  $88,40 \pm 0,55$  уд/мин в то время, как в группе опыта оно снизилось до  $83,06 \pm 0,47$  уд/мин, что достоверно меньше значения на этой же высоте во время подъема.

По возвращении в г.Нальчик, ЧСС в группе контроля осталась достоверно выше первоначального фонового и составила в среднем  $81,91 \pm 0,67$  уд/мин. В группе опыта в этих условиях произошло достоверное снижение ЧСС по сравнению с фоном в среднем до  $64,45 \pm 0,44$  уд/мин. Полученные данные могут свидетельствовать об адаптационном эффекте действия «Сфигмотона», на основе которого открывается путь к созданию нового неинвазивного и эффективного способа повышения устойчивости организма к высокогорной гипоксии.

Таким образом, в условиях высокогорной гипоксии происходило увеличение частоты сердечных сокращений у всех участников исследования: в группе контроля - с  $79,23 \pm 0,46$  уд/мин на высоте 512 м до  $92,52 \pm 0,78$  уд/мин на высоте 3500 м, в группе опыта - с  $80,72 \pm 0,56$  уд/мин до  $88,33 \pm 0,66$  уд/мин. При этом сдвиги ЧСС участников группы опыта имели достоверно меньший диапазон, чем в группе контроля. Полученные данные говорят о том, что воздействие «Сфимотона» помогает организму с меньшими энергозатратами адаптироваться к условиям высокогорной гипоксии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А., Кислицкий А.Н. Горный климат, спорт и здоровье / Н.А. Агаджанян, А.Н. Кислицкий. Москва-Сочи, 2005. 141 с.
2. Арахова Ф.М., Пишкова О.В. Динамика сатурации кислорода и частоты сердечных сокращений человека под влиянием сфигмотона // XXII съезд Физио-

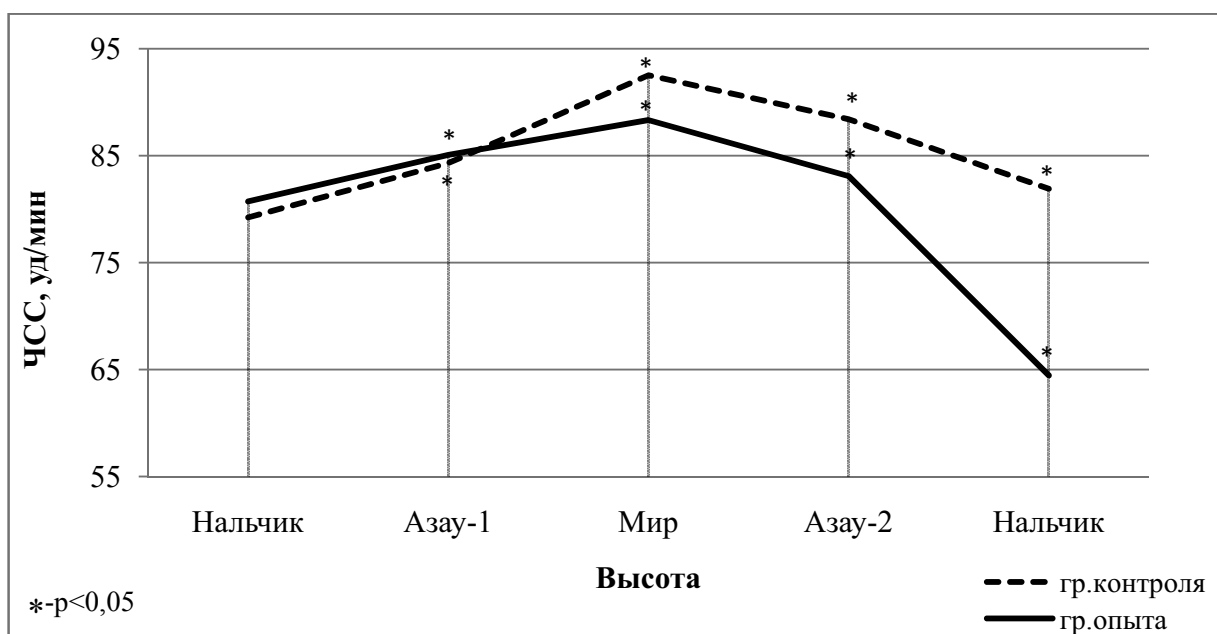


Рис. 2. Динамика среднего значения ЧСС в контрольной и опытной группе под воздействием гипоксии и ЭАС «Сфигмотон»

- логического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. С.33
3. Арахова Ф.М. Коррекция состояния здоровья с помощью «голоса» пульса // Сб.матер.конфер «Наука и современность-2014». Новосибирск, 2014. С.21-24.
  4. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине / Р.М. Баевский // 2002. Т. 28, № 2. С. 70–82.
  5. Волокитина Т.В. Variability сердечного ритма у детей младшего школьного возраста / Т.В. Волокитина, А.В. Грибанов. Архангельск: Поморский государственный университет, 2004. 194 с.
  6. Гудков А.Б. Влияние специфических факторов заполярья на функциональное состояние организма человека /А.Б. Гудков, Н.Ю. Лабутин // Экология человека. 2000. № 2. С. 18–20.
  7. Шаов М.Т. Адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы человека под влиянием природных ан-тигипоксантов// Рос. физиол. журн.им. И.М. Сеченова. 2004. Т.90. №8. С. 260.
  8. Malliani A. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain / A. Malliani, M. Pagani, F. Lombardi// Circulation. 1991. Vol. 84. P. 482–492.
  9. Shaov M.T., Pshikova O.V., Khashkhozheva D.A. Action of neuroinformation signals on indicators of cardiovascular system and the total RNA // British Journal of Science, Education and Culture.2014. №1 (5).V.3. P.33-37.

### CHANGES IN HEART RATE AT HIGH ALTITUDES UNDER THE INFLUENCE OF IMPULSE HYPOXIA AND FREQUENCY PULSE MODEL SFIGMOTON

© 2015 F.M.Arakhova<sup>1</sup>, O.V.Pshikova<sup>1</sup>, M.T.Shaov<sup>1</sup>, H.A.Kurdanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik

<sup>2</sup>Center for Medical and Environmental Research – Branch of the State Scientific Center of the Russian Federation - Institute for Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences, Nalchik

This article examines the impact of high-altitude hypoxia and electro-acoustic signals model of pulse on the dynamics of heart rate at an altitude 512-3500 meters.

*Keywords:* hypoxia, adaptation, heart, pulse, sound, the highlands

*Arakhova Farida Martinovna, Post Graduate Student of Department of Human and Animals Physiology of Kabardino-Balkarian State University. E-mail: faridey@mail.ru*

*Pshikova Olga Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, Department of Human and Animal Physiology of Kabardino-Balkarian State University. E-mail: olgapshikova@mail.ru*

*Shaov Mukhamed Talibovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Human and Animal Physiology of Kabardino-Balkarian State University.*

*E-mail: shaov\_mt@mail.ru*

*Kurdanov Hussein Abukaevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Worker of science, Head of the Kabardino-Balkarian branch of the Russian State Research Center Institute of Biomedical Problems of RAS.*

*E-mail: kurdanov@yandex.ru*

