

Акунов А. Ч.

**ПРИМЕНЕНИЕ СИМУЛИРОВАННОГО ВЫСОКОГОРЬЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СУБЪЕКТОВ, СКЛОННЫХ К РАЗВИТИЮ ОСТРОЙ ГОРНОЙ БОЛЕЗНИ**

*A. Ch. Akunov*

**SIMULATED HIGH ALTITUDE APPLICATION FOR SELECTION OF SUBJECTS SUSCEPTIBLE TO ACUTE MOUNTAIN SICKNESS**

УДК 616-001.8; 616-001.12; 616.12-073.9

Целью исследования было выявление возможных признаков автономной дисфункции у субъектов с острой горной болезнью (ОГБ) по сравнению субъектами без симптомов ОГБ. Все исследуемые были разделены на 3, сопоставимые по возрасту, группы. 1-я группа (n=38) - здоровые лица; 2-я (n=18) - лица с легкой формой ОГБ и 3-я группа (n=17) - лица, с умеренной или тяжелой ОГБ. При симулированном подъеме на высоту 4500 м нум выявлены различия в показателях симпатической активации – нормализованном НЧ компоненте и отношении НЧ/ВЧ, между 1-й и 3-й группами (61,1±2,7 против 70,6±2,2 и 2,86±0,25 против 4,24М),24 соответственно;  $p < 0,05$ ). В то же время отсутствовали достоверные различия между здоровыми и лицами с легкой формой ОГБ.

**Ключевые слова:** острая горная болезнь, изменчивость ритма сердца, автономный контроль

*The aim of the study was to reveal possible signs of autonomic dysfunction in subjects with AMS compared with healthy subjects. All subjects were decided into age-matched three groups. The first group included 28 healthy people, whereas the second group consisted of 22 subjects with mild AMS and the third one consisted of 17 subjects with either moderate or severe AMS. Simulated ascent to 4500 m above s.l. revealed significant differences in sympathetic activation indices - LFnu component and LF/HF ratio between the 1<sup>st</sup> and the 3<sup>rd</sup> groups (61,1±2,7 vs 70,6±2,2 and 2,86±0,25 vs 4,24±0,24 correspondingly;  $p < 0,05$ ). At the same time there were no significant differences between healthy people and subjects with mild AMS.*

**Key words:** acute mountain sickness, heart rate variability, autonomic control

**Введение**

В условиях высокогорья увеличивается вентиляция для улучшения артериальной сатурации кислородом и происходит перераспределение крови с целью обеспечения кислородом к жизненно важным органам. Эти изменения начинаются сразу же после начала действия гипоксии, хотя процесс взаимодействия между различными системами может занимать от нескольких часов до нескольких недель [3]. Высокогорье активизирует симпато – адреналовую систему, ко временное течение и механизмы этой активации не установлены до конца. Это симпато - адреналовая реакция может влиять на сердечно-сосудистые (артериальное давление, ЧСС и сосудистое сопротивление) и метаболические (лактат, глюкоза) адаптационные изменения, связанные с подъемом на высокогорье [2, 3].

Относительно реакции автономной нервной системы на высокогорье, и в особенности при острой горной болезни, известно меньше. На высокогорье по данным исследований сообщалось о снижении вариабельности R-R интервалов с относительным подъемом НЧ компонента [4-6].

Повышение периферической симпатической активности - частый признак при острой горной болезни [7, 8], который также предположительно способствует развитию его осложнения высокогорного острого отека легких [7]. Может ли играть роль автономная гиперактивация в генезе ОГБ неясно.

Целью исследования было выявление возможных признаков автономной дисфункции у субъектов ОГБ по сравнению субъектами без симптомов ОГБ.

**Материал и методы.**

В исследовании приняли участие 73 исследуемых мужского пола. Все исследуемые подписали письменное согласие на участие в исследовании после ознакомления с процедурами и возможным риском. Исследуемые были разделены на 3 группы: в I группу (n=38, средний возраст 25,7±2,4 года) вошли люди, у которых отсутствовала ОГБ во время пребывания на высокогорье (3600- 4200 м нум.); II группа состояла из 18 исследуемых (средний возраст 24,3±2,2 года), с легким течением ОГБ (3-4 балла по Лейк-Льюисскому опроснику) в анамнезе; в III группу (n=17, средний возраст 23,3±2,7 года) были включены исследуемые у которых отмечались симптомы умеренной и тяжелой ОГБ на высотах 3600-4200 м нум (5 и больше баллов по Лейк-Льюисскому опроснику ОГБ).

Все исследуемые прошли объективный осмотр, общий анализ крови, ЭКГ, ЭхоКГ, спирометрию. Каких-либо серьезных легочных и сердечно-сосудистых заболеваний в анамнезе не отмечалось.

Для определения вариабельности сердечного ритма использовалась 20-минутная ЭКГ запись на аппарате Burdick Vision 5L (CardiacScience, США) для ЭКГ-мониторирования. Запись производилась в положении лежа. В анализ включали последние 5 минут записи.

Анализировались частотные показатели ВСР: общая мощность спектра (ОМС), низкие частоты (НЧ), высокие частоты (ВЧ), их соотношение, а также нормализованные показатели НЧ и ВЧ, которые отражают относительный вклад каждого из компонентов в пропорции к общей мощности из вычетов ОНЧ-компонента. Дополнительно анализировались показатели сатурации кислородом (SaO<sub>2</sub>) в гипоксической барокамере.

Первая, исходная, запись, ЭКГ-монитора производилась на высоте 760 м нум (Бишкек). В последующем все субъекты подвергались действию имитированного высокогорья (4500 м нум). Затем через 20 мин адаптации производилась повторная 20-минутная запись на ЭКГ монитор с анализом последних 5 минут записи. Также определялись SaO<sub>2</sub>, ЧСС. В общем, продолжительность гипоксии перед

началом замеров составляла 30-35 минут. Статистический анализ полученного материала проводился с использованием приложения Microsoft Office "Excel".

**Результаты.**

При сравнении показателей произошло ожидаемое повышение частоты сердечных сокращений и снижение сатурации кислорода во всех трех группах при имитированном высокогорье; однако десатурация в III группе была более выраженной по сравнению с первыми двумя группами (табл. 1).

Отмечается достоверное снижение общей мощности ( $p < 0,05$ ). Также повысилось достоверно отношение НЧ/ВЧ во всех группах. Другой показатель активации симпатической нервной системы, нормализованный НЧ компонент тоже повысился, однако достоверное повышение произошло лишь в группе с умеренной и тяжелой ОГБ.

При сравнительном анализе групп между собой выявлены достоверные различия в нормализованном НЧ компоненте и отношении НЧ/ВЧ в группе с умеренной и тяжелой ОГБ по сравнению с I и II группами (см. табл.1 и рис. 1 и 2).

Таблица 1.

**Изменения исходных показателей в группах в гипоксической барокамере**

Показатель		I группа (n=38)	II группа (n=18)	III группа (n=17)
		SaO <sub>2</sub> , %	ннорм 98,3±0,3 ггипо 85,1±0,5**	98,5±0,2 83,7±0,3**
ЧСС, в мин	ннорм	70,5±3,0	68,3±2,7	70,2±2,2
	ггипо	86,2±2,8**	84,6±3,2**	90,3±2,8**
ОМС, мс <sup>2</sup>	ннорм	3339±307	3412±237	3278±424
	ггипо	2137±334*	2109±203*	1955±316*
НЧ, мс <sup>2</sup>	ннорм	1535±226	1467±235	1408±313
	ггипо	877±133	852±135	944±156
ВЧ, мс <sup>2</sup>	ннорм	702±166	726±184	677±223
	ггипо	274±53	269±43	226±41
НЧ/ВЧ	ннорм	1,96±0,24	2,02±0,38	1,92±0,37
	ггипо	2,86±0,25*	3,12±0,3*	4,24±0,24**#

НЧ, н.е.	ннорм	54,7±2,2	54,2±2,4	53,2±2,6
	ггипо	61,1±2,7	63,0±2,7	70,6±2,2**#
ВЧ, н.е.	ннорм	33,6±2,5	32,8±2,1	34,8±2,7
	ггипо	25,5±2,7	24,2±2,9	24,6±3,2

*Примечания:* SaO<sub>2</sub> - сатурация кислородом, ЧСС - частота сердечных сокращений, ОМС - общая мощность спектра, НЧ - низкочастотный компонент, ВЧ - высокочастотный компонент, н.е. - нормализованные единицы, \*, \*\* -  $p < 0,05$  и  $< 0,01$  соответственно в одной группе в различных условиях; # -  $p < 0,05$  между группами

Это может указывать на более выраженную симпатическую активацию при умеренной и тяжелой ОГБ, в сравнении с отсутствием ОГБ или легкой формой ОГБ.

Помимо этого, отмечалась достоверная разница в показателях сатурации при гипоксии: у субъектов с умеренной и тяжелой ОГБ в анамнезе степень десатурации была достоверно ниже, чем у людей с легкой формой ОГБ или без ОГБ (табл. 1).

**Обсуждение.**

При подъеме на высокогорье отмечается общая симпатическая активация сердца и кровеносных сосудов [4, 9, 10]. Эта активация проявляется повышением ЧСС, артериального давления, а также НЧ компонента кардиального спектра. Также в исследованиях со спектральным анализом отмечалось снижение парасимпатической активности, по крайней мере, в условных единицах [5,11].

В нашем исследовании у субъектов с умеренным и тяжелым ОГБ отмечалось достоверное повышение показателей симпатической активности по сравнению с людьми без ОГБ. В то же время у лиц с мягким течением ОГБ (II группа) отсутствовали достоверные различия в этих показателях с группой здоровых в гипоксической барокамере. Учитывая полученные результаты можно предположить, что при подъеме на высокогорье при легкой форме ОГБ

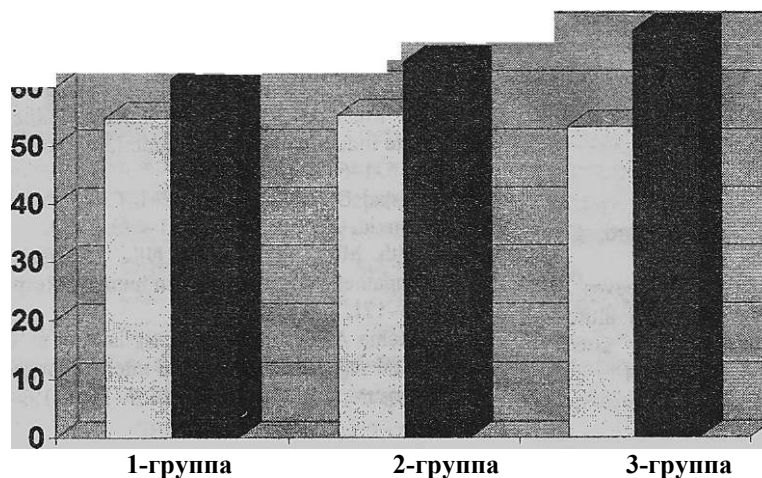


Рис.1. Динамика нормализованного НЧ компонента ВСР в группах. # –  $p < 0,05$  между группами.

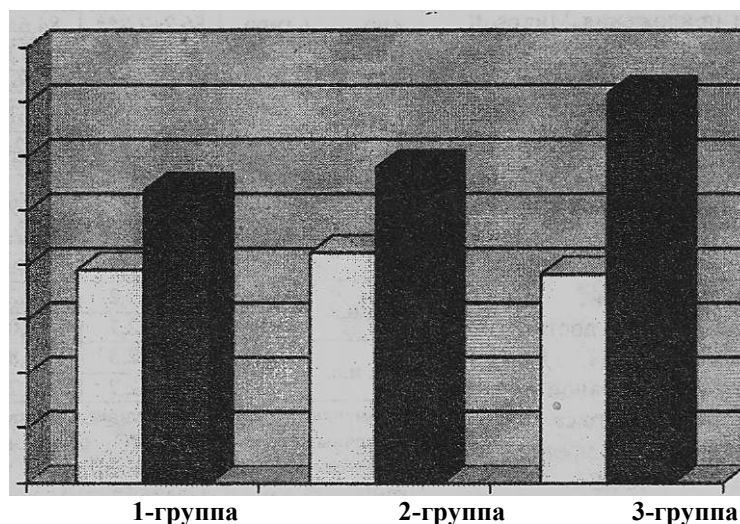


Рис.2. Динамика отношения НЧ/ВЧ во всех группах. # - $p < 0,05$  между группами

отсутствуют какие-либо серьезные нарушения автономной регуляции сердца. В то время как при более выраженных случаях ОГБ, умеренной и тяжелой, выявляются признаки автономной дисфункции. Логично предположить, что легкая форма ОГБ является пограничным состоянием или вариантом физиологической, успешной адаптации. Для уточнения этой версии требуется проведение дополнительных исследований.

#### Литература:

1. Hultgren HN. High Altitude Medicine. Stanford, CA: Hultgren, 1997.
2. Mazzeo RS, Wolfel EE, Butterfield GE and Reeves JT. Sympathetic response during 21 days at high altitude (4,300 m) as determined by urinary and arterial catecholamines. *Metabolism* 43, 1226-1232, 1994 among tourists at 2,700 and 3,700 m above sea level. *Wilderness Environ Med* 12: 8-12, 2001.
3. Mazzeo RS, Bender PR, Brooks GA et al. Arterial catecholamine responses during exercise with acute and chronic high-altitude exposure. *Am. J. Physiol.* 261, 419—424, 1991.
4. Bernardi L, Passino C, Spadacini G, Calciati A, Robergs R, Greene R, Martignoni E, Anand L, and Appenzeller O. Cardiovascular autonomic modulation and activity of carotid baroreceptors at altitude. *Clin Sci (Lond)* 95: 565-573, 1998.
5. Hughson RL, Yamamoto Y, McCullough RE, Sutton JR, and Reeves JT. Sympathetic and parasympathetic indicators of heart rate control at altitude studied by spectral analysis. *J Appl Physiol* 77: 2537-2542, 1994.
6. Kanai M, Nishihara F, Shiga T, Shimada H, and Saito S. Alterations in autonomic nervous control of heart
7. Duplain H, Vollenweider L, Deibys A, Nicod P, Bartsch P, and Scherrer U. Augmented sympathetic activation during short-term hypoxia and high-altitude exposure in subjects susceptible to high-altitude pulmonary edema. *Circulation* 99:1713-1718, 1999.
8. Hoon RS, Sharma SC, Balasubramanian V, Chadha KS, and Mathew OP. Urinary catecholamine excretion on acute induction to high altitude (3,685 m). *J Appl Physiol* 41:631-633, 1976.
9. Heistad DD and Abboud FM. Circulatory adjustment to hypoxia. *Circulation* 61:463-470, 1980.
10. Smith ML and Muentner NK. Effects of hypoxia on sympathetic neural control in humans. *Respir Physiol* 121: 163-171, 2000.
11. Ponchia A, Noventa D, Bertaglia A et al. Cardiovascular neural regulation during and after prolonged high altitude exposure. *Eur. Heart J.* 15, 1463-1469, 1994.

Рецензент д. мед. н. Сабиров И.С.