

А.А. Благинин, С.Н. Синельников,  
Р.А. Дзанкисов, В.Б. Дергачев

## Особенности изменений физиологических и психофизиологических показателей, а также физической работоспособности сердца в зависимости от степени нейротизма в условиях гипоксии

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

**Резюме.** Представлены особенности переносимости гипоксии лицами с различным уровнем нейротизма. Установлено, что изменения таких физиологических показателей, как частота сердечных сокращений, артериальное давление и сатурация артериальной крови, у лиц с высоким уровнем нейротизма более выражены в условиях гипоксии. В частности, у них к 25–30-й мин пребывания в барокамере частота сердечных сокращений увеличивается на 38% ( $p < 0,01$ ) от исходного. У лиц с низким уровнем нейротизма увеличение частоты сердечных сокращений не превышает 28% ( $p < 0,01$ ). Данная компенсаторная физиологическая реакция способствует поддержанию сатурации артериальной крови у лиц с высоким нейротизмом на 5,3% ( $p < 0,05$ ) больше, чем у лиц с низкой степенью нейротизма. Однако при этом у испытуемых с высоким уровнем нейротизма по сравнению с лицами с низким уровнем нейротизма отмечается более выраженное снижение работоспособности миокарда на 23,4% ( $p < 0,01$ ). Кроме того, у лиц с высокой степенью нейротизма отмечается более выраженная отрицательная динамика увеличения времени сложной сенсомоторной реакции на 41,57 мс ( $p < 0,05$ ) от фонового уровня, в то время как у лиц с низким нейротизмом лишь на 26,19 мс ( $p < 0,05$ ). Таким образом, при оценке переносимости гипоксии необходимо учитывать зависимость изменений физиологических и психофизиологических показателей, а также физической работоспособности сердца от степени нейротизма.

**Ключевые слова:** гипоксия, индивидуальные психологические особенности, нейротизм, функциональное состояние, физическая работоспособность сердца, индекс Руфье.

**Введение.** В настоящее время остаётся недостаточно изученным вопрос влияния различных видов гипоксии на организм человека в зависимости от его индивидуальных психологических особенностей. При этом известно, что психологические особенности личности являются основными предпосылками успешности в том или ином виде профессиональной деятельности [9]. Они крайне важны при отборе кандидатов на некоторые специальности, в которых деятельность зачастую производится в состоянии выраженного психоэмоционального напряжения и порой связана с работой в условиях смешанной гипоксии [4]. Выявление взаимосвязей между индивидуальными психологическими особенностями и переносимостью гипоксии позволит на ранних этапах выявлять лиц с худшей переносимостью факторов полета, тем самым предупреждая развитие негативных последствий для здоровья и повышая надежность профессиональной деятельности [11].

**Цель исследования.** Выявить особенности изменений физиологических и психофизиологических показателей, а также физической работоспособности сердца в зависимости от степени гипоксии.

**Материалы и методы.** Обследование 70 здоровых мужчин-добровольцев в возрасте от 18 до 40

лет, которые по основному месту своей работы не имели отношения к деятельности в условиях гипоксии или иных неблагоприятных воздействий, проведено на кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. Отбор испытуемых производился на основании медицинского осмотра (терапевтом, оториноларингологом, хирургом, неврологом), ряда лабораторных (общеклинические анализы крови и мочи, биохимический анализ крови, Ф-50, RW, маркеры гепатитов В и С), рентгенологических (рентгенография органов грудной клетки и придаточных пазух носа) и функциональных исследований (проба Руфье, электрокардиография) [1].

Определение степени нейротизма осуществлялось с помощью опросника Айзенка [2]. Оценка изменений физиологических, психофизиологических показателей и работоспособности была основана на полипараметрическом методе и включала в себя 3 этапа – оценка до гипоксического воздействия (фон), в процессе его проведения и непосредственно после него. Гипоксическое воздействие осуществлялось в процессе барокамерного подъема на высоту 5000 м в течение 60 мин. Подъем осуществлялся в барокамере «СБК-48» со скоростью 15–20 м/с в течение 5 мин (рис. 1). Далее на высоте 5000 м в течение 60 мин

у испытуемых регистрировались физиологические (частота сердечных сокращений – ЧСС, артериальное давление – АД, сатурация артериальной крови – SpO<sub>2</sub>) и психофизиологические показатели (время сложной сенсомоторной реакции – ССМР, критическая частота слияния световых мельканий – КЧСМ). Самочувствие, активность, настроение (САН) определялись по опроснику САН [8]. Для определения физической работоспособности сердца использовалась проба Руфье [5].

Для более точной оценки изменений оцениваемых показателей психофизиологические методики и проба Руфье в процессе подъема выполнялись дважды с 10-й по 30-ю мин и с 40-й по 60-ю мин. Регистрацию ЧСС, АД, SpO<sub>2</sub> осуществляли 4 раза на 5-й, 25-й, 35-й и 55-й мин. SpO<sub>2</sub> дополнительно оценивалась после физической нагрузки в виде 30 приседаний на 9-й и 39-й минутах подъема.

Исследование проводилось в три этапа. На первом этапе решалась задача выявления зависимости динамики физиологических показателей от степени нейротизма в условиях гипоксии. Испытуемые по степени нейротизма были разделены на две группы: первая (n=20) с уровнем нейротизма меньше 8 и вторая (n=18) – более 13. Данные группы сравнивались между собой по изменению физиологических показателей до, в процессе и после подъема в барокамере. На втором

этапе решалась задача выявления зависимости между изменением психофизиологических показателей и степенью нейротизма в условиях гипобарической гипоксии. На третьем этапе решалась задача оценки зависимости физической работоспособности сердца от степени нейротизма в условиях гипобарической гипоксии.

Математико-статистический анализ включал расчет числовых характеристик распределения, сравнение совокупностей, осуществляемое путем расчета t-критерия Стьюдента для связанных и несвязанных выборок [10]. Вычисления проводились с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0» и электронных таблиц Microsoft Excel 2010 на персональном компьютере.

**Результаты и их обсуждение.** Во время пребывания в барокамере на высоте 5000 м в течение 25 мин у лиц с высокой степенью нейротизма ЧСС увеличилась на 38%, в то время как в группе с низкой степенью нейротизма – на 28 % (p<0,01), таблица 1.

У лиц с высокой степенью нейротизма по сравнению с лицами с низкой степенью нейротизма SpO<sub>2</sub> на 25-й мин была выше на 4,2%, а на 35-й мин на 5,3% (p<0,05). После выполнения дополнительной физической нагрузки к 39-й мин исследования разница в SpO<sub>2</sub> составляла 4,5% (p<0,05), таблица 2. Остальные

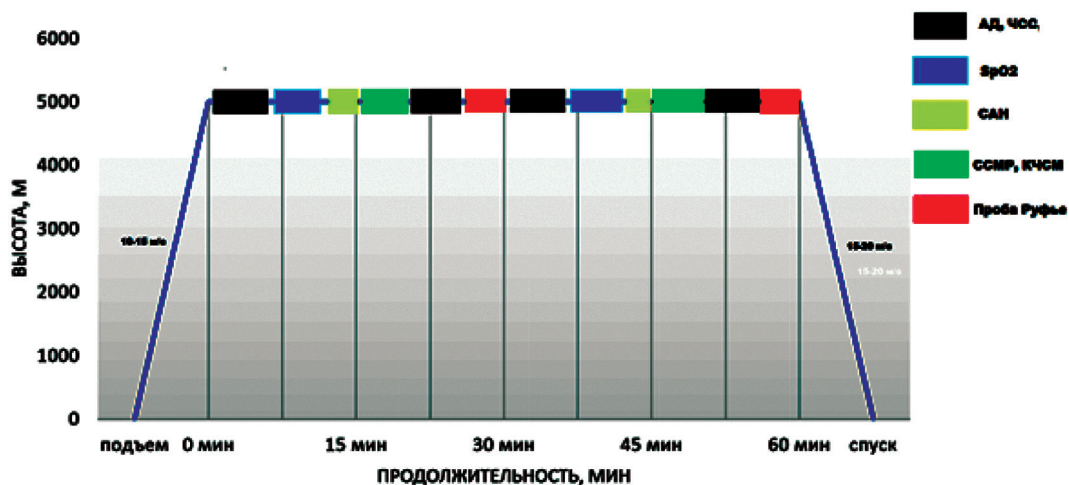


Рис. 1. Циклограмма исследований во время барокамерного подъема

Таблица 1

Изменение ЧСС во время барокамерного подъема у лиц с разной степенью нейротизма, уд/мин (M±m)

Показатель	Фон	Пребывание в барокамере				После барокамерного подъема
		3–4 мин	25 мин	35 мин	55 мин	
Низкая степень нейротизма	70,5±1,84	89,0±3,13	91,8±2,60*	90,7±2,63*	94,8±2,51*	80,0±2,95
Высокая степень нейротизма	73,4±2,22	96,9±1,65	101,3±2,55***^	100,9±2,03***^	100,4±2,61**	91,2±3,75

**Примечание:** \* – различия по сравнению с фоновыми показателями, p<0,05; \*\* – p<0,01; ^ – по сравнению с группой с низким уровнем нейротизма, <0,05.

Таблица 2

**Изменение SpO<sub>2</sub> у лиц с разной степенью нейротизма в процессе барокамерного подъема, % (M±m)**

Показатель	3-я мин	5-я мин	9-я мин	25-я мин	35-я мин	39-я мин	55-я мин
Низкая степень нейротизма	72,9±1,30	65,9±1,61	66,0±1,48	66,6±1,52	70,0±1,03	64,8±1,25	68,5±1,06
Высокая степень нейротизма	74,3±1,89	65,9±1,66	67,9±1,56	70,8±1,08*	75,3±0,99*	69,3±1,17*	71,3±0,81*

**Примечание:** \* – различия по сравнению с группой с низким уровнем нейротизма, p<0,05.

физиологические показатели значимых изменений не претерпели.

Таким образом, изменение физиологических показателей в условиях гипобарической гипоксии зависит от степени нейротизма. Лица с высокой степенью нейротизма лучше, чем лица с низкой степенью нейротизма, адаптируются к гипоксии за счет компенсаторной тахикардии. Это подтверждается наличием достоверных различий в показателях SpO<sub>2</sub>. Так, на 25-й, 35-й и 39-й мин SpO<sub>2</sub> у лиц с высокой степенью нейротизма по сравнению с лицами с низкой степенью нейротизма после выполнения физической нагрузки выше на 4,2; 5,3 и 4,5% (p<0,05). Полученные данные схожи с результатами работ Д.В. Давыдова и Я.А. Хананашвили [7], которые отмечали аналогичные физиологические изменения в группах, рандомизированных по методике Спилбергера – Ханина с различной степенью тревожности в условиях нормобарической гипоксии.

В группе с высоким уровнем нейротизма время ССМР меньше при каждой регистрации (фон, 20-я, 45-я мин и после барокамерного подъема) на 69,22; 65,75; 42,34 и 53,84 мс (p<0,01) соответственно. При этом в группе с высоким уровнем нейротизма время ССМР увеличилось к 20-й мин на 13,9; к 45-й мин на 38,92; а после барокамерного подъема – на 41,57 мс (p<0,01), в то время как в группе лиц с низкой степенью нейротизма отрицательная динамика была менее выражена и проявлялась в увеличении времени ССМР на 10,43; 12,04 и 26,19 (p<0,01) соответственно, таблица 3.

В группе с высоким нейротизмом выявлено снижение показателей самочувствия к 40-й мин пребывания в барокамере на 17,5% (p<0,01), активности на 16,9% (p<0,05) и настроения на 9% (p<0,01) (табл. 4). В то время как в группе с низким нейротизмом достовер-

ных различий не выявлено. Также в группе лиц с низким уровнем нейротизма показатели самочувствия, настроения и активности практически вернулись к фоновым значениям (рис. 2), в отличие от лиц с высокой степенью нейротизма, у которых индивидуальная оценка самочувствия после барокамерного подъема снизилась на 14% (p<0,01), активности – на 11,3% (p<0,05), настроения – на 8,9% (p<0,01).

Установлено, что функциональное состояние у испытуемых с высоким уровнем нейротизма в условиях гипобарической гипоксии снижается значительно, чем у лиц с низким уровнем. Это подтверждается достоверными изменениями показателей, характеризующих функциональное состояние организма при утомлении, – снижение самочувствия, активности и настроения на 17,5% (p<0,01), 16,9% (p<0,05) и 9% (p<0,01) соответственно, увеличение времени ССМР на 38,92 мс (p<0,01) к 45-й мин барокамерного подъема. Таким образом, у лиц с высоким нейротизмом функциональное состояние организма менее устойчиво к воздействию гипоксии, чем у испытуемых с низкой степенью нейротизма.

Полученные нами данные согласуются с результатами работ, в которых оценивалась переносимость других факторов полета в группах с различной степенью нейротизма и экстраверсии [3].

Выявлено, что в группе лиц с высоким уровнем нейротизма по сравнению с группой лиц с низкой степенью к 30-й мин пребывания в барокамере физическая работоспособность миокарда снизилась на 17,3% (p<0,05), а к 60-й мин разница составила 23,4% (p<0,01). При этом фоновых различий в уровне работоспособности миокарда в группах не выявлено (табл. 5).

Таким образом, физическая работоспособность

Таблица 3

**Изменение психофизиологических показателей у лиц с разной степенью нейротизма в процессе барокамерного подъема, M±m**

Показатель	Низкий уровень нейротизма				Высокий уровень нейротизма			
	Фон	20-я мин	45-я мин	После барокамерного подъема	Фон	20-я мин	45-я мин	После барокамерного подъема
Время ССМР, мс	399,81 ±12,53	410,24 ±14,10	411,85 ±9,88	426,00 ±13,86*	330,59 ±9,58^	344,49 ±8,19**	369,51 ±8,72**	372,16 ±7,04**
Ошибки, шт	4,7±0,85	4,9±0,68	4,1±0,62	3,2±0,6	7,3±1,11	6,4±0,92	4,8±0,87	2,8±0,39
КЧСМ, Гц	40,6±0,83	39,9±0,89	39,4±0,85	41,8±0,89	40,7±1,01	40,0±0,96	40,3±1,15	41,8±1,29

**Примечание:** \* – различия по сравнению с фоновыми показателями, p<0,01; ^ – по сравнению с группой с низким уровнем нейротизма, p<0,05.

Таблица 4

**Изменение субъективной оценки самочувствия, активности и настроения у лиц с разной степенью нейротизма в процессе барокамерного подъема, балл (M±m)**

Показатель	Низкий уровень нейротизма				Высокий уровень нейротизма			
	Фон	15-я мин	40-я мин	После барокамерного подъема	Фон	15-я мин	40-я мин	После барокамерного подъема
Самочувствие	6,0±0,18	5,4±0,13	5,7±0,16	5,9±0,15	5,7±0,09	4,6±0,15	4,7±0,27**	4,9±0,18**
Активность	5,5±0,14	5,1±0,16	5,1±0,16	5,3±0,16	5,3±0,12	4,5±0,2	4,4±0,35*	4,7±0,2*
Настроение	5,8±0,16	5,6±0,15	5,6±0,13	6,0±0,15	5,6±0,16	5,0±0,18	5,1±0,21*	5,1±0,21*

Примечание: \* – различия по сравнению с фоновыми показателями, p<0,05; \*\* – p<0,01.

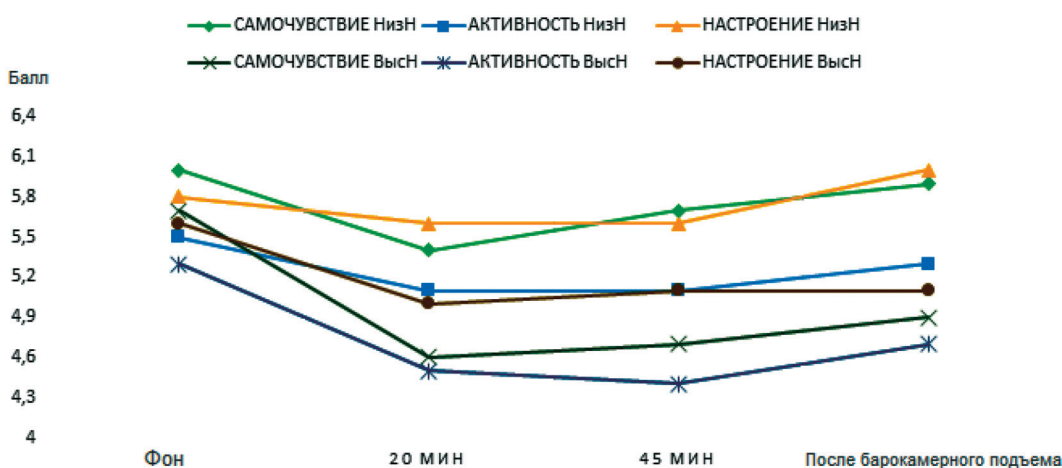


Рис. 2. Динамика изменений самочувствия, активности и настроения у лиц с разной степенью нейротизма в процессе барокамерного подъема

Таблица 5

**Динамика индекса Руфье у лиц с разной степенью нейротизма в процессе барокамерного подъема, у.е. (M±m)**

Показатель	Фон	Пребывание в барокамере		После барокамерного подъема
		30-я мин	60-я мин	
Низкая степень нейротизма	6,7±0,61	12,5±0,62	12,8±0,55	8,8±0,61
Высокая степень нейротизма	6,5±0,88	14,9±0,82*	15,8±0,82**	9,4±0,59

Примечание: \* – различия по сравнению с фоновыми показателями, p<0,05; \*\* – p<0,01.

миокарда у лиц с высоким уровнем нейротизма в условиях гипоксии ниже, чем у лиц с низким уровнем. Об этом свидетельствует достоверное уменьшение уровня физической работоспособности в группе с высоким нейротизмом на 17,3% (p<0,05) на 30-й мин и на 23,4% (p<0,01) на 60-й мин по сравнению с группой с низким уровнем нейротизма. Полученные нами данные подтверждают результаты исследований В.Н. Быкова [6], в которых оценивалась физическая работоспособность миокарда в условиях гипоксии.

**Заключение.** Изменения отдельных физиологических показателей у лиц с высоким уровнем нейротизма более выражены, что помогает им лучше адаптироваться к условиям гипоксии. Так, у них по сравнению с лицами с низкой степенью нейротизма более выражена

компенсаторная тахикардия (38 против 28%). Данная физиологическая реакция у лиц с высоким уровнем нейротизма по сравнению с лицами с низким уровнем нейротизма сопровождается меньшим снижением сатурации артериальной крови (на 4,2% к 25-й мин и на 5,3% (p<0,05) к 35-й мин барокамерного подъема). Однако функциональное состояние организма у испытуемых с высоким уровнем нейротизма менее устойчиво к гипоксии, чем у лиц с низким уровнем. Это подтверждается достоверными изменениями показателей, характеризующих функциональное состояние организма при утомлении – снижение самочувствия, активности и настроения на 17,5; 16,9; и 9% (p<0,01) соответственно и увеличение времени ССМР после барокамерного подъема на 12,6% (p<0,01) по сравнению с фоновыми показателями.

Кроме того, лица с высоким уровнем нейротизма менее работоспособны в условиях гипобарической гипоксии, чем лица с низким уровнем нейротизма. Об этом свидетельствуют достоверно более низкие показатели уровня физической работоспособности сердца на 30-й мин исследования (на 17,3%) и на 60-й мин (на 23,4%) по сравнению с группой с низким уровнем нейротизма. Следовательно, существуют психологические особенности человека, которые влияют на переносимость гипоксии, что необходимо учитывать при отборе лиц, деятельность которых связана с её влиянием.

### Литература

1. Баевский, Р.М. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей / Р.М. Баевский [и др.]. – М.: Слово, 2009. – 100 с.
2. Благинин, А.А. Исследование личности в психологии и физиологии: учеб.-метод. пособие / А.А. Благинин, Н.С. Бар, О.В. Котов // СПб.: ЛГУ. – 2016. – 324 с.
3. Благинин, А.А. Особенности оценки функционального состояния у операторов с учетом индивидуальных психологических характеристик / А.А. Благинин, С.Н. Синельников, С.В. Смольянинова // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, № 1. – С.11–17.
4. Благинин, А.А. Способы оптимизации функционального состояния и работоспособности человека в экстремальных и субэкстремальных условиях: учебное пособие / А.А. Благинин, В.В. Торчило. – СПб.: ВМА, 2009. – С. 19–25.
5. Буйкова, О.М. Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре: учебное пособие / О.М. Буйкова, Г.И. Булнаева. – Иркутск: ИГМУ, 2017. – С. 14.
6. Быков, В.Н. Влияние гипобарических гипоксических тренировок на физическую работоспособность / В.Н. Быков [и др.]. – Журн. мор. мед. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 63–69.
7. Давыдов, Д.В. Динамика функционального состояния лиц с разной ситуативной тревожностью при нормобарическом гипоксическом воздействии / Д.В. Давыдов, Я.А. Хананашвили // Журн. фундаментальной мед. и биол. – 2016. – № 2. – С. 43.
8. Маклаков, А.А. Общая психология: учебник для вузов / А.А. Маклаков. – СПб.: ПИТЕР, 2016. – 592 с.
9. Торчило, В.В. Оценка и прогнозирование эффективности гипобарической гипоксии для оптимизации работоспособности операторов авиационного профиля: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.В. Торчило. – СПб.: ВМА. – 2001, 23 с.
10. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев. – СПб.: ВМА, 2002. – 266 с.
11. Ярушина, И.Н. О влиянии тревожности на надежность принятого решения / И.Н. Ярушина // Категории, принципы и методы психологии: тезисы науч. сообщ. – М., 1993. – 535 с.

A.A. Blaginin, S.N. Sinelnikov, R.A. Dzankisov, V.B. Dergachev

### Features of changes in physiological and psychophysiological indices, as well as of the physical efficiency of the heart, depending on the degree of neurotism in hypoxic conditions

**Abstract.** Features of hypoxia tolerability by persons with different levels of neurotism are presented. It was found that changes on physiological parameters such as heart rate, arterial pressure and saturation of arterial blood in persons with a high level of neurotism are more pronounced in conditions of hypoxia. In particular, to the 25–30th min. when they stay in altitude chamber, heart rate is enlarged by 38% ( $p < 0,01$ ) from initial. The persons with the low level of a neurotism, the augmentation of heart rate doesn't exceed 28% ( $p < 0,01$ ). This compensatory physiological reaction helps maintain arterial blood saturation in people with high neurotism by 5,3% ( $p < 0,05$ ) more, at people with a low degree of neurotism. However, at the same time at examinees with a high level of neurotism, in comparison with persons with the low level of a neurotism more expressed decrease of working capacity of a myocardium on 23,4%. In addition, in persons with a high degree of neurotism, there is a more pronounced negative dynamics of an increase in the time of a complex sensomotorny reaction to 41,57 ms ( $p < 0,05$ ) from background level, while in persons with low neurotism only by 26,19 ms ( $p < 0,05$ ). Thus, at assessment of an acceptability of a hypoxia, it is necessary to take into account the dependence of changes physiological and psychophysiological indicators and also physical efficiency of heart from degree neurotism.

**Key words:** hypoxia, individual psychological features, neurotism, functional state, physical efficiency of heart, the Ruthier index.

Контактный телефон: 8-911-829-96-69; e-mail: akm-vma@mail.ru