

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЫШЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

Аккизов А.Ю.<sup>1,2</sup>, Курданова М.Х.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Центр медико-экологических исследований, Нальчик, e-mail: akkizov@mail.ru, maryamk@20yandex.ru;

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик

---

В статье изучается решение арифметических задач в условиях высокогорья (Эльбрус, 3500 м), на фоне симптомов «горной болезни». Опасность этого состояния состоит в нарушении когнитивных способностей человека. Поэтому поведение человека в условиях высокогорья довольно сложно предсказать. Целью исследования явилась оценка влияния симптомов «горной болезни» на эффективность мышления в условиях высокогорья. В нем участвовали здоровые и неадаптированные к высокогорью добровольцы. Эффективность мышления оценивали по результатам теста «Арифметический счет», а симптомы острой горной болезни – опросником «Lake Louse self-report questionnaire». Задача решалась испытуемым путем построения индивидуальной стратегии, которая менялась в зависимости от выраженности симптомов «горной болезни». Эти стратегии были ориентированы либо на безошибочность, либо на объем прохождения теста. Более эффективная стратегия была свойственна испытуемым с симптомами «горной болезни».

---

Ключевые слова: арифметический счет, высокогорье, нейроэкономика, когнитивные проблемы.

## EFFECTIVENESS OF THINKING IN HIGH MOUNTAINS

Akkizov A.U.<sup>1,2</sup>, Kurdanova M.H.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Scientific Center of Russian Federation – Institute for Bio-medical Problems of the Russian Academy of Sciences, Center of medico-ecological researches, Nalchik, Russia, e-mail: akkizov@mail.ru, maryamk@20yandex.ru;

<sup>2</sup> Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, Nalchik

---

In article results of the solution of arithmetic tasks in highlands (Elbrus, 3500 m) are considered when symptoms of a mountain illness are defined. This dangerous state because cognitive abilities of the person are damaged. Research objective: assessment of influence of symptoms of a mountain illness on efficiency of thinking. Healthy volunteers who weren't in mountains participated in this research. Efficiency of thinking was defined by «The Arithmetic Account» test and by symptoms of a mountain illness by «Lake Louse self-report questionnaire test». Volunteers solved a problem by means of individual strategy. This strategy changed according to symptoms of a mountain illness and has been directed to a faultlessness or volume of execution of the test. Examinees had an effective strategy with symptoms of a mountain illness.

---

Keywords: arithmetic account, highlands, neuroeconomy, cognitive problems.

В настоящее время актуальными представляются исследования мышления как процесса решения разнообразных мотивационно конкурирующих задач в экстремальных условиях. Например, в условиях высокогорья, где современный горный туризм с выраженной долей экстремальных развлечений предъявляет новые требования к адаптационным возможностям человека, вынуждая его быстрее и эффективнее приспособливаться. В этих условиях на организм человека действует ряд т.н. «факторов высокогорья» (солнечная радиация, низкая температура и пониженное атмосферное давление), которые являются причиной возникновения ряда патофизиологических состояний (гипоксия, гипотермия и обезвоживание организма).

Совместно со сложными климатическими условиями и опасностью горных маршрутов факторы высокогорья предъявляют очень высокие требования к физическим и психическим возможностям человека (т.н. «резервам здоровья»). Под давлением физических

и психоэмоциональных нагрузок в условиях гипоксии часто наблюдается «срыв» адаптации и возникает комплекс психосоматических нарушений, именуемых «горной болезнью» [1-5].

Одна из проблем «горной болезни» заключается в сложности прогнозирования психофизиологических реакций человеческого организма в условиях высокогорной гипоксии. Это объясняется пагубным действием гипоксии на нейроны, от которых и зависят психофизиологические реакции в частности и регуляция функций организма в целом. Речь идет о влиянии факторов высокогорья (и прежде всего – гипоксии) на когнитивные способности человека.

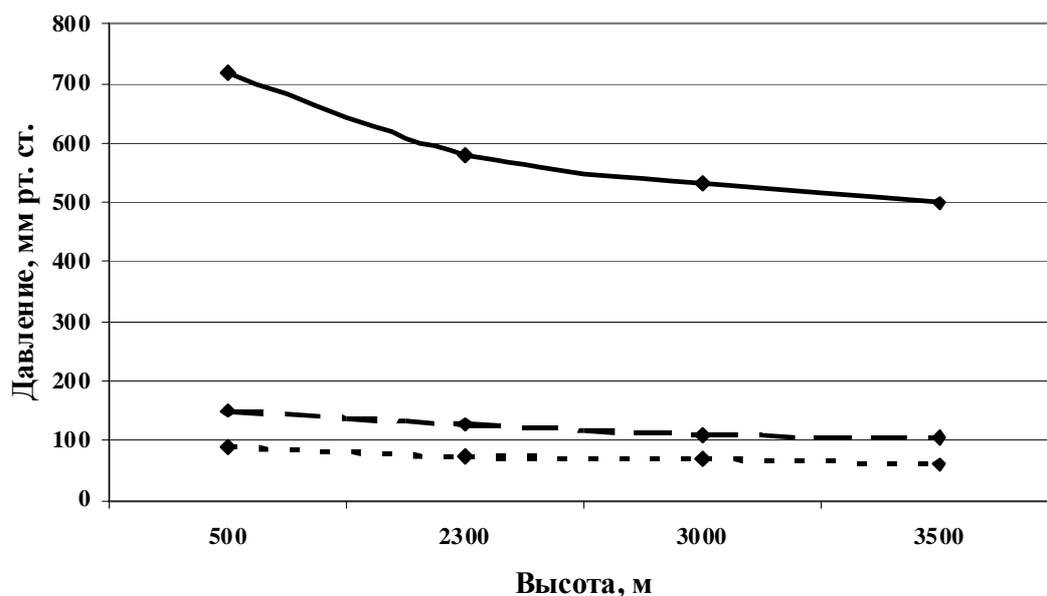
Таким образом, необходимость разработки и совершенствования методов прогнозирования психофизиологической устойчивости (прежде всего – когнитивных способностей) к высокогорной гипоксии является весьма актуальной задачей современной физиологии адаптаций.

### **Цель исследования**

Целью данного исследования явилась оценка эффективности мышления в условиях высокогорья на фоне симптомов горной болезни. В соответствии с целью была сформулирована следующая задача исследования: организовать экспедицию в район высокогорья, в ходе которой выявить у добровольных испытуемых наличие симптомов горной болезни и оценить эффективность их мышления.

### **Материал и методы исследования**

Исследование было проведено на 20-ти практически здоровых, но неадаптированных к высокогорью девушках-добровольцах (средний возраст  $\approx$  22 года; средний рост  $\approx$  162 см; средний вес  $\approx$  60 кг) с соблюдением современных требований биоэтики. Они совершили серию стремительных подъемов по склону горы Эльбрус (высшая точка – 3500 м н. у. м.; перепад высот – 3000 м; отрезок пути 2300–3500 м преодолевался на гондоле канатной дороги со скоростью около 120 м/мин). Быстрый подъем неадаптированных к высоте добровольцев моделировал условия, в которых с высокой вероятностью развиваются симптомы «горной болезни». Это происходит из-за быстрого падения парциального давления в альвеолярном воздухе и связанного с этим развитием гипобарической гипоксии (рис. 1).



*Рис. 1. Зависимость «высота-давление» для воздуха и кислорода во время исследования (сплошная линия – атмосферное давление; крупный пунктир – парциальное давление кислорода в окружающем воздухе; мелкий пунктир – парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе)*

Примечание: Атмосферное давление рассчитано по барометрической формуле с учетом следующих параметров: температура воздуха в Нальчике в указанный период составляла +30°C, а подъем на каждые 1000 м ее снижением на 6 °С.

Эффективность мышления оценивалась тестом «Арифметический счет» (необходимо было решить в уме 70 примеров за десять минут), а наличие и выраженность симптомов острой горной болезни – опросником «Lake Louise self-report questionnaire» [6]. Также, с помощью опросника «SF-36 Health Status Survey» оценивалось качество жизни испытуемых до и после исследования. Он включает 36 пунктов, которые сгруппированы в восемь шкал: 1) физическое функционирование (PF); 2) ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP); 3) интенсивность боли (BP); 4) общее состояние здоровья (GH); 5) жизненная активность (VT); 6) социальное функционирование (SF); 7) ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE); 8) психическое здоровье (MH). Показатели каждой шкалы варьируют от 0 до 100, где 100 – это полное здоровье. Все шкалы формируют два показателя: душевное и физическое благополучие.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Результаты тестирования по опроснику «SF-36» показали, что испытуемые хорошо оценивали свое физическое и психическое здоровье как до, так и после исследования (табл.

1). Физическое состояние не ограничивало выполнения физической работы на фоне повышенной жизненной активности. Лишь иногда болевые ощущения и эмоциональное состояние незначительно ограничивали выполнение повседневных дел. После экспедиции социальная активность испытуемых возросла, т.е. группа стала сплоченнее.

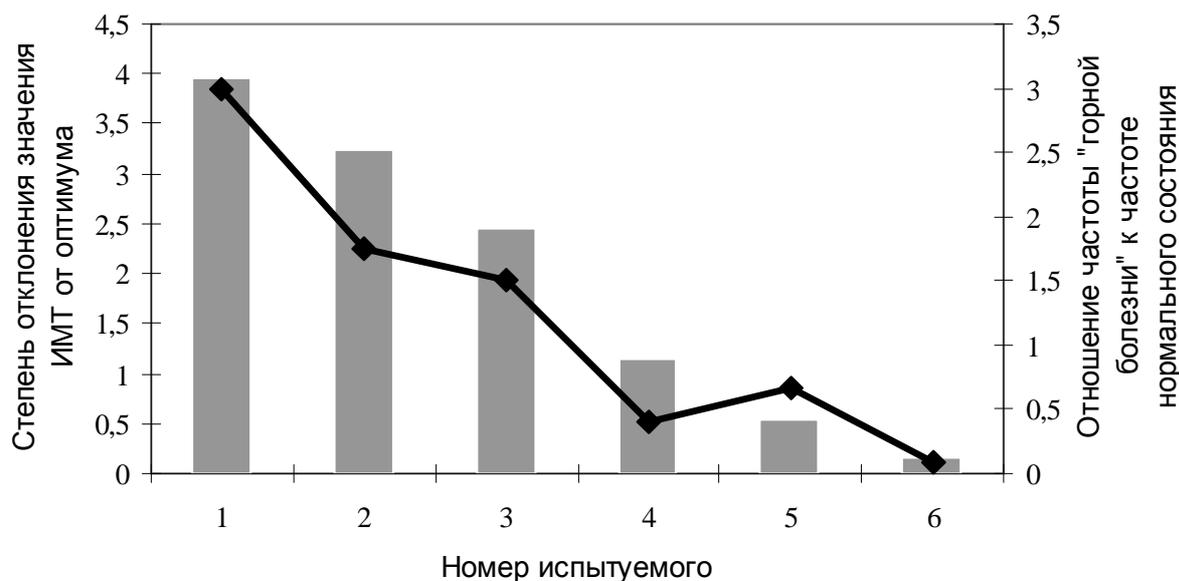
Таблица 1

Сводная таблица показателей качества жизни

Этап / Шкалы SF-36	До экспедиции	После экспедиции
PF	89,2 ± 2,39	88,3 ± 3,07
RP	75,0 ± 6,45	83,3 ± 8,33
BP	72,2 ± 5,46	77,5 ± 6,10
GH	65,8 ± 8,78	63,3 ± 5,73
VT	62,8 ± 6,92	70,0 ± 3,42
SF	72,8 ± 5,22	85,8 ± 2,17
RE	61,2 ± 15,94	77,8 ± 11,13
MH	62,0 ± 4,59	64,0 ± 4,26

В ходе исследования по антропометрическим параметрам испытуемых вычислялся ростовесовой показатель – индекс массы тела Кетле (ИМТ). А отношение частоты случаев горной болезни к эпизодам ее отсутствия расценивалось нами как показатель качества (точнее – физиологического комфорта) пребывания добровольца в указанных условиях высокогорья. Удовлетворительным считался случай, когда это отношение было  $< 1$  (т.е. эпизодов «горной болезни» было меньше, чем эпизодов ее отсутствия). Напротив, если это отношение было  $\geq 1$ , то качество пребывания на высоте расценивалось как неудовлетворительное.

При сопоставлении этих двух параметров выявилась интересная закономерность. Оказалось, что добровольцы со значением ИМТ, близким к оптимальному, чувствовали себя в условиях высокогорья хорошо (рис. 2).



*Рис. 2. Корреляция показателей качества пребывания испытуемых в условиях высокогорья с индексом массы их тела (ИМТ)*

Напротив, испытуемые с заметными отклонениями этого показателя от нормы часто отмечали у себя отдельные симптомы «горной болезни». В большинстве случаев это были головная боль и головокружение. На этом этапе интерпретации результатов исследования испытуемых можно было разделить на две группы: «высотостойчивые» и «высотонеустойчивые». Наши наблюдения вполне согласуются с хорошо известным фактом: избыточная масса тела является фактором, провоцирующим развитие «горной болезни» и снижающим переносимость больших высот.

Как любая интеллектуальная задача, тест «Арифметический счет» вовлекает многие индивидуальные психофизиологические качества личности испытуемого. Поэтому данная мыслительная задача выполнялась каждым добровольцем через построение индивидуальной стратегии ее решения. Одни испытуемые были нацелены на достижение видимого, осязаемого результата – решение задания в полном объеме, но с допущением определенного количества ошибок. Другие добровольцы нацеливались на неясный, но действительный результат – правильное решение, но с допущением невыполнения задания в полном объеме.

Так, на высоте 3500 м, испытуемые разделились по стратегии решения теста «Арифметический счет» на две группы: 1) «высотостойчивые» добровольцы решали задание с неизменной долей ошибок, а 2) «высотонеустойчивые» добровольцы проходили тест с уменьшающейся долей ошибок (рис. 3).

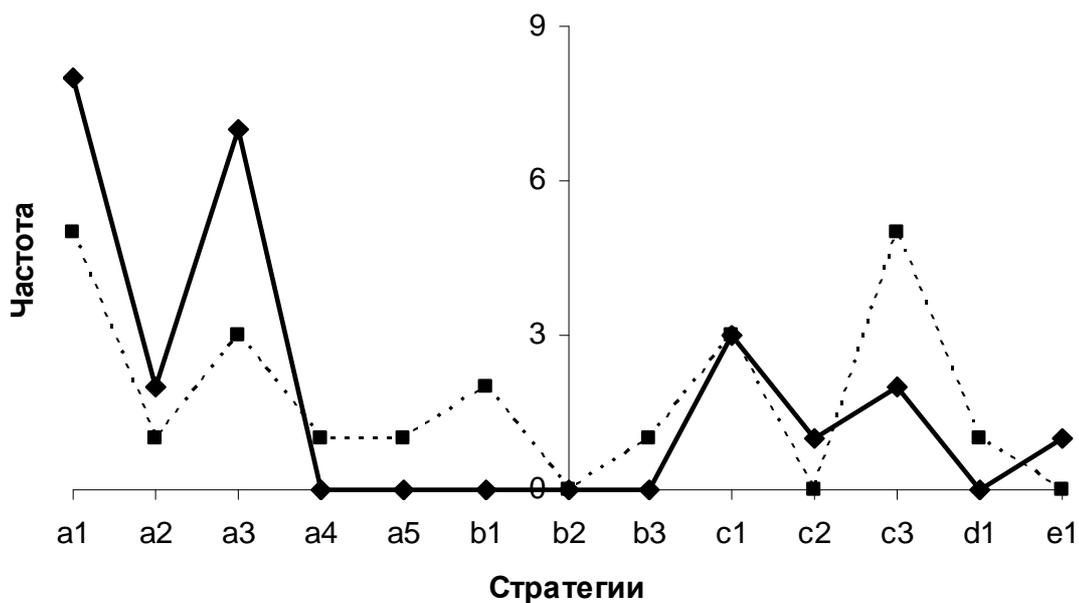


Рис. 3. Полигон распределения частот разных стратегий прохождения теста «Арифметический счет» (сплошная линия – опыт, пунктир – контроль)

Примечание: В зависимости от сочетания скорости и качества выполнения задания, стратегии не одинаковы по своей эффективности:

$$\{a2 = a3\} > \{a1 = a4 = a5 = b3\} > \{b2\} > \{b1 = c3 = d1 = e1\} > \{c1 = c2\}$$

Очевидно, что если провести тест в течение какого-то периода, то навыки устного счета будут улучшаться. Вероятность выигрыша в обеих стратегиях будет повышаться, т.е. испытуемый будет приближаться к идеальному результату: выполнить безошибочно задачу в полном объеме. В конечном счете, вероятно, он достигнет если не идеального результата, то уж точно индивидуального «пика формы», т.е. некоего оптимального сочетания скорости и качества выполнения задания.

В действительности обе стратегии в серии испытаний вели к прогрессу в быстроте мышления, на фоне растущей частоты эпизодов горной болезни. Однако стратегия, ориентированная на безошибочное прохождение теста, была сопряжена со снижением частоты ошибок, тогда как у стратегии, ориентированной на объем выполненных заданий, этот показатель был стабильным.

Таким образом, выявленные стратегии были ориентированы либо на качество, либо на количество решенных примеров и менялись в зависимости от частоты и выраженности у конкретного испытуемого симптомов «горной болезни». Налицо парадоксальная ситуация: испытуемые с симптомами горной болезни, на фоне головных болей и головокружения, решали мыслительную задачу «Арифметический счет» эффективнее, чем остальные

добровольцы. Эти данные вполне согласуются с гипотезой «жестких» и «гибких» звеньев в мозговом обеспечении психики, высказанной Н.П. Бехтеревой [7].

Учитывая роль кислорода для нормального функционирования организма человека, можно утверждать, что гипоксия – главный фактор высокогорья, обуславливающий экстремальность остальных факторов. Поэтому одной из практически значимых проблем является разработка методов адаптации человека к высокогорной гипоксии. Причем проблема краткосрочной адаптации человека к высокогорью до сих пор удовлетворительно не решена и поэтому не утратила своей актуальности.

### **Заключение**

Одной из опасностей горной болезни является непредсказуемость психофизиологических реакций пострадавшего. Поведение человека (в т.ч. и его когнитивные способности) в условиях высокогорья довольно сложно предсказать. А ведь экстремальные условия, сопряженные с дефицитом времени, энергии и других ресурсов, предъявляют очень высокие требования к способностям человека принимать решения и действовать на их основе. Поэтому заслуживает внимания то, что более эффективная стратегия, ориентированная на качество прохождения теста «Арифметический счет», была свойственна добровольцам, у которых эпизоды горной болезни наблюдались чаще и протекали острее.

### **Список литературы**

1. Агаджанян Н.А. Экология человека / Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин. – М.: Круп, 1994. – 256 с.
2. Барбашова З.И. Акклиматизация к гипоксии и ее физиологические механизмы / З.И. Барбашова. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 215с.
3. Ван Лир Э. Гипоксия / Э. Ван Лир, К. Стикней. – М.: Медицина, 1967. – 369 с.
4. Гиппенрейтер Е.М. Кинетика транспорта кислорода / Е.М. Гиппенрейтер // Экспериментальная и клиническая физиология дыхания: 4 школа-семинар. – Л.: Наука, 1987. – С. 27-29.
5. Коваленко Е.А. Кислород тканей при экстремальных факторах полета / Е.А. Коваленко, И.Н. Черняков. – М.: Наука, 1972. – 262 с.
6. Марищук В.Л. Методики психодиагностики в спорте: учебное пособие / В.Л. Марищук, Ю.М. Блудов, В.А. Плахтиенко, Л.К. Серова. – М.: Просвещение, 1984. – 191 с.
7. Марютина Т.М. Введение в психофизиологию: учебное пособие / Т.М. Марютина, О.Ю. Ермолаев. – М.: Флинта, 2001. – 400 с.