

# ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ГИПОКСИИ ПРИ ВЫСОКОГОРНЫХ ВОСХОЖДЕНИЯХ

А. Н. Кислицын

Сочинский государственный университет туризма и курортного дела

## Impact of Hypoxia on Man on Mountaineering

A. N. Kislitsyn

Sochi State University of Tourism and Health Resort Business

Проведены исследования функции внешнего дыхания у участников горных туристических походов. Отмечена выраженная отрицательная корреляционная связь между интенсивностью физических нагрузок и изменениями жизненной емкости легких в условиях высокогорья. Рассмотрены изменения уровня глюкозы, холестерина у туристов. **Ключевые слова:** гипоксия, внешнее дыхание, метаболизм.

External respiratory function was studied in those engaged in mountaineering. A negative correlation was found between the intensity of exercise and the changes in vital capacity under mountainous conditions. Changes occurring in the levels of glucose and cholesterol were considered in tourists. **Key words:** hypoxia, external respiration, metabolism.

Здоровье человека характеризуется тремя составляющими: физико-химической, структурно-функциональной и психо-эмоциональной. Дисфункция любой из них ведет к дисбалансу в живой системе в целом [1].

В ответ на воздействие экстремальных факторов в организме развивается общий адаптационный синдром. Комплекс психофизиологических, иммунологических, биохимических показателей при стрессе характеризуется наличием элементов повреждения. В то же время, стресс — неотъемлемый элемент тренирующего воздействия, способствует мобилизации информационных, энергетических и пластических возможностей организма и в определенных условиях увеличивает мощность функциональных резервов [2, 3].

При этом особо возрастает интерес к активным видам спорта как средству реакции. В полной мере это относится к горному туризму, где сочетаются влияния высокогорной гипоксии, интенсивные физические нагрузки и значительное психо-эмоциональное напряжение [4].

Целью работы стало изучение адаптивных реакций организма при горных туристических походах на большие высоты при действии комплекса экстремальных факторов.

### Материалы и методы

Было предпринято исследование функциональных резервов внешнего дыхания и метаболизма тканей у туристов с высокой спортивной квалификацией во время горных туристиче-

ских походов при восхождении на Эльбрус и Пик Ленина (5642 и 7134 метров над уровнем моря).

Функция внешнего дыхания исследовалась методом компьютерной спирометрии с использованием компьютерного диагностического комплекса КДК-1 (разработка ВНИИМП-ВИТА). Исследования включали в себя определение форсированной жизненной емкости легких и параметров проходимости бронхиального дерева при выполнении пробы форсированный выдох. Определялись абсолютные значения показателей внешнего дыхания и их отношение к среднестатистической норме (по Клементу Р. Ф. 1992), выраженное в процентах.

Реакция системы крови на действие стрессовых факторов во время туристских походов и при занятиях экстремальными видами спорта изучалась по данным, полученным на гематологическом анализаторе «Cobas-Micros-18».

Оценка липидного метаболизма у обследуемых проводилась на аппарате Сotmau Plus. Индекс атерогенности рассчитывался по формуле Климова А. Н., 1986 г.

Весь экспериментальный материал обработан статистически с использованием общепринятых математико-статистических методов расчета основных характеристик выборочных распределений (среднее арифметическое, стандартное отклонение и т. д.) с использованием программы описательной статистики и табличного процессора в программе EXCEL.

### Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований были получены следующие данные.

При исследовании внешнего дыхания было показано, что существует выраженная отрицательная корреляционная связь между интенсивностью физических нагрузок и изменениями жизненной емкости легких в условиях высокогорья ( $R = -0,77$ ). В то же время объем форсированного

## Динамика уровня глюкозы и холестерина у участников горных туристических походов

Показатели	Восхождение на Эльбрус		Восхождение на Пик Ленина	
	до похода	после похода	до похода	после похода
Глюкоза, ммоль/л	4,72±0,40	5,06±0,12	4,6±0,17	5,53±0,26*
Холестерин общий, ммоль/л	5,28±0,43	4,34±0,49	4,68±0,06	4,53±0,46
Холестерин ЛВП, ммоль/л	1,32±0,04	1,16±0,02	1,3±0,04	1,4±0,06
Индекс атерогенности, ммоль/л	3,00±0,23	2,74±0,25	2,60±0,05	2,23±0,26*

Примечание. \* — достоверность различий с показателями до похода ( $p < 0,05$ ).

выдоха (ОФВ1) статистически значимо зависел от действия высокогорной гипоксии ( $R=0,63$ ).

Сходные результаты получены при изучении показателей красной крови. Так было выявлено, что изменение количества эритроцитов в периферической крови также зависит от скорости передвижения туристов на местности (коэффициент корреляции  $R=0,60$ ).

Изучение характера метаболических процессов представляет важнейший элемент адаптивного поведения, связанного с поддержанием гомеостаза [5–7]. В результате анализа данных биохимических исследований было выявлено, что у горных туристов после похода отмечался достоверно более высокий уровень глюкозы в крови (см. таблицу). Высокогорные восхождения туристов связаны со стрессующими факторами различной природы, которые приводят к повышению концентрации катехоламинов, глюкокортикоидов, приводящих к повышению уровня глюкозы в крови.

Вместе с тем следует отметить, что выявленный нами уровень глюкозы в крови находится у верхней границы нормы и не может рассматриваться какстораживающий неблагоприятный показатель адаптивных реакций.

При относительно повышенном содержании сахара крови у туристов наблюдалось снижение уровня липидов. При интенсификации окисления жирных кислот увеличивается количество уксусной кислоты и цитрата, что тормозит фосфофруктокиназу, и приводит к сокращению использования глюкозы в мышцах. Вследствие этого мышечная ткань в большей степени начинает использовать жирные кислоты, что создает экономию углеводов, а они более продолжительно могут обеспечивать энергией углеводзависимые ткани — нервную, кровь, сердце.

Установлено, что наблюдаемое в этих условиях переключение энергетического обмена с углеводного типа на липидный протекает в капиллярном русле и является результатом активации липопротеиновой липазы, локализованной на поверхности эндотелия сосудов [8]. Снижение содержания общих липидов (см. таблицу) у туристов после похода можно объ-

яснить существующей в мускулатуре реципрокной связью между использованием глюкозы и свободных жирных кислот. Как известно, усиление усвоения глюкозы тормозит использование жирных кислот [8]. В этих условиях синтез их в печени уменьшается. Однако при стрессовых реакциях скорость окисления существенно ниже, время фосфорилирования увеличено, фонд эндогенной янтарной кислоты довольно высок. В этом случае, возможно, происходит переключение с углеводного обмена на липидный источник энергии.

При снижении содержания холестерина в крови достоверно выше ( $p < 0,05$ ) у туристов, интенсивность нагрузки у которых была выше в походе. Как известно, холестерин является предшественником ряда биологически активных веществ — стероидных гормонов, витаминов группы Д, желчных кислот и выполняет две главные функции — структурную и метаболическую. Структурная функция состоит в том, что холестерин является компонентом плазматической мембраны, влияет на ее физико-химические свойства, регулирует проницаемость, активность мембранных ферментов.

Биологическая роль этих структур имеет важное приспособительное значение, если учесть, что деятельность горных туристов связана с высокими психофизическими нагрузками, которые приводят к повышенному изнашиванию биологических мембран, клеточных структур и предъявляют высокие требования к активности ферментов, влияющих на интенсивность обменных процессов организма. По всей вероятности, у участников горных походов холестерин в большей степени вовлекается в структурные и метаболические функции, что приводит к снижению содержания его в крови. При этом индекс атерогенности после походов достоверно снижался ( $p < 0,05$ ), т. е. риск развития атеросклеротического процесса также становился ниже.

Эти данные свидетельствуют о потенцировании стрессогенного воздействия на организм человека факторов среды различной модальности, особенно высокогорной гипоксии и физической нагрузки.

## Литература

1. Агаджанян Н. А., Полунин И. Н. (ред.) Очерки по экологии человека: Адаптация и резервы здоровья. М.: Астрахань; 1997.
2. Меерсон Ф. З. О «цене» адаптации. Патол. физиология и эксперим. терапия 1986; 3: 9–19.
3. Виру А. А., Кырге П. К. Гормональные механизмы адаптации к тренировке. Л.: Наука; 1981. 155.
4. Агаджанян Н. А., Кислицын А. Н. Резервы организма и экстремальный туризм. М.: Просветитель; 2002. 302.
5. Агаджанян Н. А., Катков А. Ю. Резервы нашего организма. Изд. 2. М.: Знание; 1981.
6. Панин Л. Е. Биохимические механизмы стресса. Новосибирск: Наука; 1983. 7–11.
7. Ермакова Н. В. Эколого-физиологические особенности адаптивных реакций организма жителей различных климатогеографических регионов. В кн.: Экологофизиологические проблемы адаптации. Материалы междунар. симпоз. М.; 2001. 186–188.
8. Панин Л. Е., Маянская Н. Н. Лизосомы: Роль в адаптации и восстановлении. Новосибирск: Наука; 1987.

Поступила 29.10.05

**Уважаемый коллега!**

22 марта 2006 г. в большом конференц-зале Главного клинического госпиталя МВД РФ состоится Восьмая научно-практическая конференция

**«Диагностика и лечение нарушений регуляции  
сердечно-сосудистой системы»**

**Организаторы.** Главный клинический госпиталь МВД РФ, Медицинское управление Службы тыла МВД РФ, ФГУ Российский кардиологический научно-производственный комплекс Росздрава, Российский государственный медицинский университет, Московская медицинская академия им И. М. Сеченова, Московский государственный медико-стоматологический университет, Научно-технический центр «Медасс», Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики.

**Тематика конференции.**

- Дифференциальная диагностика и лечение синкопальных состояний.
- Проблемы ортостатической неустойчивости.
- Мониторинг и прогнозирование состояния сердечно-сосудистой системы в критических ситуациях.
- Амбулаторное мониторирование состояния сердечно-сосудистой системы.
- Методическое, аппаратное и программное обеспечение неинвазивной диагностики.
- Медикаментозная коррекция нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы.

**Правила представления сообщений.** Материалы для опубликования в сборнике принимаются в виде электронной версии, представляющей собой документ Word 6.0/9x/2000/XP или файл RTF с включением таблиц и иллюстраций после основного текста и списка литературы. Размер сообщений: 3–6 страниц, включая иллюстрации. Шрифт — Times New Roman, размер — 12, интервал — полуторный, поля: справа 15 мм, слева — 30 мм, сверху и снизу по 25 мм. В конце файла должны быть указаны адреса и контактные телефоны авторов (желательно включить адрес электронной почты), а также указание о форме выступления на конференции. Могут быть рассмотрены следующие формы Вашего выступления:

- лекция, посвященная актуальным проблемам в рамках тематики конференции, продолжительность до 20 мин;
- сообщение о результатах собственных исследований или демонстрация интересного клинического наблюдения (до 10 мин);
- фиксированное выступление в обсуждении (до 5 мин).

**Оргкомитет принимает материалы до 24 часов 15 февраля 2006 г.**

В программе конференции предусмотрен конкурс молодых ученых. Работы на конкурс просим направлять с соответствующей пометкой. Среди авторов работы не должно быть лиц старше 35 лет. Руководитель работы должен быть указан в сведениях об организации. Победители конкурса награждаются призами.

Оргкомитет оставляет за собой право отбора сообщений для выступлений на конференции и включения в сборник материалов конференции. Результаты рецензирования будут сообщены Вам до 01 марта 2006 г. В эти же сроки будет подготовлена программа конференции, которую мы сообщим Вам в информационном письме № 2.

**Телефоны: (095)-505-70-16. Тел./факс: 632-18-14 (Николаев Дмитрий Викторович)  
E-mail: ntc@medass.ru**