

*Р. С. Минвалеев, А. И. Иванов (Санкт-Петербург)*

## ТИБЕТСКАЯ ЙОГА ТУММО: УПРАВЛЯЕМОЕ СНИЖЕНИЕ АТЕРОГЕННЫХ ЛИПИДОВ И КОРТИЗОЛА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И ВЫСОКОГОРЬЯ

В июле 2007 года состоялись испытания нового метода повышения холодоустойчивости организма человека в рамках Международной научно-исследовательской экспедиции «Эльбрус 2007» (организатор — директор киностудии исторического фильма Ирина Архипова). Экспедиция посвящена памяти великого русского ученого-математика Владимира Ивановича Зубова (1930–2000).



*Фото Ирины Архиповой ©*

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Выполнить измерения и найти законы изменения численных значений характеристик липидной фракции и уровня кортизола плазмы крови человека в условиях высокогорья в процессе выполнения специальных практик повышения теплопродукции, найденных

авторами в рамках теории управления [Зубов, 1975]. Правомерность объявленной цели обеспечена наличием найденной А. И. Ивановым математической модели теплопродукции гомойотермного организма. Математическая модель и результаты ее применения впервые были озвучены на VIII Международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины» (10–15 мая 2005, Сочи). Физиологическая интерпретация результатов модели найдена Р. С. Минвалеевым, доложена на той же конференции и опубликована в ее трудах [Минвалеев, Иванов, 2005, 413–416].

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** Заборы проб крови осуществлялись ежедневно в течение пяти дней натощак из локтевой вены у 14 испытуемых мужчин в возрасте от 27 до 56 лет. Из них семь испытуемых ежедневно до восхода солнца выполняли практики повышения теплопродукции на высотах 2100, 3000, 3500 и 4200 м над уровнем моря. Пробы крови (28 проб до практики и 28 проб после) в течение двух часов доставлялись в Медико-биологический центр Эльбрусского учебно-научного комплекса Кабардино-Балкарского университета, где осуществлялось центрифугирование, отбор плазмы и замораживание до минус 20°C. Замороженные пробы в специальном контейнере были доставлены в Санкт-Петербург в Научно-производственный центр «Хеликс», где были подвергнуты анализу на содержание липидов, липопротеинов и общего кортизола. Стандартная липидограмма определялась на биохимическом анализаторе HITACHI 911 (Япония). Общий холестерин определяли с помощью набора реактивов ROCHE (Германия), липопротеины высокой и низкой плотностей, а также триглицериды — с помощью набора реактивов RANDOX (Англия). Анализ проб сыворотки на общий кортизол осуществляли на автоматическом анализаторе закрытого типа AxSYM (Abbot, США) иммунофлюоресцентным поляризационным методом.

**УПРАВЛЯЕМОЕ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ЛИПИДОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ:** При уровне значимости  $\alpha = 0.05$  (вероятность ошибки первого рода) применением критерия Вилкоксона доказано:

Статистически значимое снижение общего холестерина, липопротеинов низкой (ЛПНП) и очень низкой (ЛПОНП) плотностей, а также триглицеридов у лиц, выполняющих ежедневные практики повышения теплопродукции.

Статистическая неизменность количества липопротеинов высокой (ЛПВП) плотности у лиц, выполняющих ежедневные практики повышения теплопродукции.

Статистическая неизменность липидной фракции плазмы крови у лиц контрольной группы ( $n = 7$ ), не выполнявших практики повышения теплопродукции.

Таким образом, найденный результат 1 — скорость снижения количества атерогенных липидов у лиц, выполнявших ежедневные практики повышения теплопродукции в условиях высокогорья, значительно превосходит известные показатели снижения атерогенных липидов (ЛПНП и ЛПОНП) у лиц, постоянно или периодически проживающих в условиях высокогорья [Puri, Kashyap, Singhal, 1990, 777–779; Cabrera de León, González, Méndez, 2004, 1492–1498; Тринчер, 1960, 30].

Найденные результаты являются доказательством правомерности результатов, анонсированных К. С. Тринчером о термогенных функциях легких [Тринчер, 1960]. При условии нарастания периферической гипоксии и гипоксемии в легких теплокровных животных начинается неферментативное экзотермическое окисление липидов сыворотки крови. Одним из физиологических условий, вызывающих периферическую гипоксемию, является воздействие холода на поверхностные слои теплокровного организма. Гипоксемический сигнал, донесенный кровью к легким, вызывает химическую теплопродукцию в легких, независимо от того, какова была причина, вызвавшая гипоксемические сдвиги в крови.

**УПРАВЛЯЕМОЕ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ КОРТИЗОЛА:** Найденные результаты являются развитием нашей предыдущей работы о влиянии практик йоги на уровень кортизола сыворотки крови у здоровых людей [Минвалеев, Иванов и др., 2004, 88–92].

В таблице приведены численные данные по концентрации кортизола в крови до ( $y_0$ ) и после ( $y_1$ ) выполнения практик повышения теплопродукции на различных высотах над уровнем моря:

*Таблица*

№	3000 м	3500 м		4200 м	
		$y_0$ , до	$y_1$ , после	$y_0$ , до	$y_1$ , после
1	515.1	626.1	596.4	676.2	446.0
2	353.5	595.4	351.6	1044.9	539.1

3	393.0	637.3	600.3	871.1	848.4
4	369.4	339.8	171.1	663.8	290.3
5	537.7	510.8	387.1	1062.6	698.9
6	370.3	738.3	508.8	873.4	509.6

Воспользовавшись критерием Вилкоксона, мы доказали, что при уровне значимости  $\alpha = 0.01$  (вероятность ошибки первого рода) гипотеза о равенстве содержания кортизола в плазме крови должна быть отклонена в пользу гипотезы о том, что в результате выполнения практик повышения теплопродукции концентрация кортизола в крови падает.

По нашему мнению, ценность найденного результата состоит в том, что без применения найденных нами практик повышения теплопродукции в условиях высокогорья концентрация кортизола в крови человека возрастает как составная часть стрессовой адаптации к высотной гипоксии [Panjwani, Thakur et al., 2006, 250–256].

Сформулируем результат 2. Найденные нами практики повышения теплопродукции снижают уровень кортизола сыворотки крови.

Приступим к нахождению закона изменения концентрации кортизола плазмы крови в процессе применения практик повышения теплопродукции в условиях высокогорья.

Изложим метод нахождения дифференциального уравнения, решение которого весьма адекватно отражает процесс изменения количества кортизола в сыворотке крови организма человека.

Пусть нам известно из опытов только то, что в процессе практик повышения теплопродукции количество кортизола в крови падает.

Сформулируем задачи.

1. Найти закон изменения количества кортизола в крови без учета того, что реакция элиминации является непременно реакцией типа гидролиза.
2. Найти модель, использование результатов которой позволяет вычислить количество кортизола, экскретируемого из пучковой зоны коры надпочечников в процессе выполнения повышения теплопродукции.
3. Найти закон, изменения количества кортизола после практик.

Приступим к решению. В рамках задач обозначим через  $t$  — время, через  $y(t)$  — количество кортизола в крови в любой момент времени  $t$ ,

через  $g = const$  — количество кортизола, продуцируемое корой надпочечников за единицу времени. Очевидно, что

Приращение кортизола в крови	=	Приращение количества кортизола в крови за время $dt$ из коры надпочечников	-	Убыль кортизола из крови за время $dt$ за счет элиминации
------------------------------	---	-----------------------------------------------------------------------------	---	-----------------------------------------------------------

Запишем равенство аналитически

$$dy = gdt - ydt$$

или

$$\frac{dy}{dt} = g - y \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (3)$$

Решим уравнение (9). Обозначим через  $x(t) = y(t) - g$ . Очевидно, что при  $g = const$  справедливо равенство  $dx = dy$ . Подставив в (3), выполнив арифметические действия, запишем

$$\frac{dx}{dt} = -x \text{ или } \frac{dx}{-x} = dt$$

Проинтегрируем найденное уравнение

$$-\int \frac{dx}{x} = dt$$

$-\ln(x) = t + C$ . Но  $x = y - g$ . Выполнив подстановку, запишем окончательно

$$y = e^{-C-t} + g \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (4)$$

Выражение (4) — общее решение уравнения (3). Решив задачу Коши, нетрудно найти значения постоянных  $C$  и  $g$ .

Замечание. В процессе дальнейшего изложения ограничимся действительными значениями  $C$  и  $g$  из (4).

В целях иллюстрации дадим численный пример 2. У испытуемого А в результате измерений найдено, что в момент времени  $t_0 = 0$ ,  $Y_0 = 1044.9$ , в момент времени  $t_1 = 1$ ,  $Y_1 = 539.1$

Решив задачу Коши с начальными условиями  $t_0 = 0$ ,  $Y_0 = 1044.9$  и дополнительными условиями  $t_1 = 1$ ,  $Y_1 = 539.1$ , выполнив очевидные вычисления, находим, что  $g = 244.5$ ,  $C = -6.68$ . Подставив в (10), запишем окончательно

$$y = e^{-6.68-t} + 244.5$$

Найденное выражение иллюстрирует процесс изменения кортизола у испытуемого А. в ходе выполнения практик повышения теплопродукции. На рисунке помещена графическая интерпретация найденного процесса.

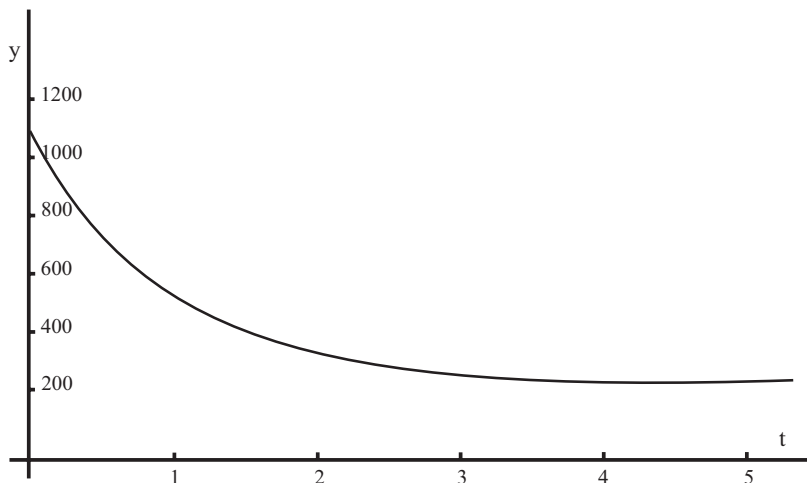
Сформулируем результат 3. Найден закон — выражение (4) процесса изменения количества кортизола в крови в ходе практики повышения теплопродукции.

Продолжим решение задач. Воспользовавшись (4), нетрудно убедиться в том, что справедливо выражение

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (e^{-C \cdot t} + g) = g \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (5)$$

Иными словами, нами найден алгоритм, применение которого позволяет вычислять количество кортизола, поступающего в системный кровоток из коры надпочечников, ограничившись двумя доступными измерениями содержания кортизола в сыворотке крови при условиях, которые на интервале в один час считаются допустимыми [Теппермен, 1989, 25; Дедов, 1992, 45]:

- 1) скорость поступления кортизола в кровь неизменна;
- 2) убыль кортизола пропорциональна времени.



По оси абсцисс — время  $t$  в часах. По оси ординат — количество кортизола в крови в нмоль/л.

Найденное значение  $g = 244.5$  нмоль/л — количество кортизола, поступающего в системный кровоток из коры надпочечников принадлежит интервалу допустимых значений содержания кортизола в венозной крови, оттекающей от коры надпочечников человека, найден-

ной в острых опытах *in vivo* [Биохимия гормонов..., 1976, 211; Лишшак, Эндрёци, 1967, 31–32], что свидетельствует в пользу правомерности найденной нами модели.

Сформулируем результат 4. Найден новый вычислительный метод, использование которого позволяет найти количество кортизола, продуцируемого корой надпочечников за единицу времени. Для применения метода не требуется хирургического вмешательства *in vivo*.

Результаты работы могут быть использованы при решении задач повышения адаптации человека к условиям низких температур и преодоления стрессовых ситуаций.

Авторы не исключают возможностей применения результатов работы в медицинских целях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимия гормонов и гормональной регуляции / Под ред. Н. А. Юдаева. М.: Наука, 1976.
2. *Варфаламеев С. Д., Гуревич К. Г.* Биокинетика: Практический курс. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по химическим, биологическим и медицинским специальностям. М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999.
3. *Гребенча М. К.* Обыкновенные дифференциальные уравнения: Пособие для высших педагогических учебных заведений. М.: Государственное учебно-педагогическое издательство, 1937.
4. *Дедов И. И., Дедов В. И.* Биоритмы гормонов. М.: Медицина, 1992.
5. *Зубов В. И.* Лекции по теории управления. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства Наука, 1975.
6. *Лишшак К., Эндрёци Э.* Нейроэндокринная регуляция адаптационной деятельности. Будапешт: Akadémiai Kiadó, 1967.
7. *Матвеев Н. М.* Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Изд. 4-ое, испр. и доп. Минск: Вышэйш. школа, 1974.
8. *Минвалеев Р. С., Иванов А. И.* К теории управления организмом человека. Сообщение 6. Тибетская йога Туммо // VIII Международная конференция Современные технологии восстановительной медицины, 10–15 мая 2005. Сочи, 2005.

9. Минвалеев Р. С., Иванов А. И., Кирьянова В. В., Ноздрачев А. Д. Постуральные влияния на уровень гормонов у здоровых людей. Сообщение 1. Поза «кобры» и стероидные гормоны // Физиология человека. 2004. Т. 30. № 4. С. 88–92.
10. *Тенпермен Дж., Тенпермен Х.* Физиология обмена веществ и эндокринной системы: Вводный курс / Пер. с англ. М.: Мир, 1989.
11. *Тринчер К. С.* Теплообразовательная функция и щелочность реакции легочной ткани. М.: Издательство АН СССР, 1960.
12. *Cabrera de León A., González D. A., Méndez L. I.* et al. Leptin and altitude in the cardiovascular diseases // *Obes Res.* 2004. Sep. №12(9). P. 1492–1498.
13. *de Mendoza S., Nucete H., Ineichen E.* et al. Lipids and lipoproteins in subjects at 1,000 and 3,500 meter altitudes // *Arch Environ Health.* 1979. Sep.-Oct. №34(5). P. 308–311.
14. *Panjwani U., Thakur L., Anand J. P., Malhotra A. S., Banerjee P. K.* Effect of simulated ascent to 3500 meter on neuro-endocrine functions // *Indian J Physiol Pharmacol.* 2006. Vol. 50. № 3. P. 250–256.
15. *Puri D. S., Kashyap S., Singhal S. K.* et al. Serum lipids in healthy tribals living at high altitudes in the Himalayas // *J Assoc Physicians India.* 1990. Oct. № 38(10). P. 777–779.