

УДК 612.821

## ПОСТУРАЛЬНЫЕ ВЛИЯНИЯ НА УРОВЕНЬ ГОРМОНОВ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ.

### СООБЩЕНИЕ I. ПОЗА “КОБРЫ” И СТЕРОИДНЫЕ ГОРМОНЫ

© 2004 г. Р. С. Минвалеев\*, А. Д. Ноздрачев\*, В. В. Кирьянова\*\*, А. И. Иванов\*

\*Санкт-Петербургский государственный университет

\*\*Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования

Поступила в редакцию 12.03.2003 г.

Изучено содержание кортизола, тестостерона, дегидроэпиандростерона и альдостерона в сыворотке крови здоровых людей при одной из ключевых поз хатха-йоги – позы “кобры” (“*бхуджангасаны*”). У испытуемых, обученных практике йоги, брали кровь до и после выполнения упражнения, причем между первой и второй процедурами взятия крови проходило не более 5 минут.

Новым методом (А.И. Иванова) оценки достоверных интервалов доказано, что у всех испытуемых содержание кортизола с надежностью 0.99 уменьшилось на 11%, уровень тестостерона с надежностью 0.95 возрос на 16%. Изменения концентрации дегидроэпиандростерона и альдостерона оказались разнонаправленными.

Выдвигается гипотеза об участии при выполнении позы “кобры” нервно-проводниковых механизмов регуляции продукции стероидных гормонов в рамках представлений о моторно-висцеральных взаимодействиях.

Физиологические и терапевтические эффекты постуральных воздействий, к сожалению, изучаются на относительно ограниченном наборе условно стандартных позиций, в связи с чем остаются недостаточно изученными другие возможные положения тела человека в пространстве. В частности, интерес исследователей вызывают специфические положения тела, сопровождающиеся специфическим паттерном напряжения мышц, известные как “асаны” (позы) хатха-йоги [1–3].

Исследования постуральных влияний избранных поз хатха-йоги на системный [4] и внутриорганный кровотоки в печени [5] и почках [6] позволили обозначить в общих чертах комплексную проблему изучения возможных быстрых гормональных реакций в ответ на специфические позы тела у здоровых людей. Доказано [7], что поза “кобры” (“*бхуджангасана*”) (рисунок) – оказывает специфическое влияние на внутриорганный кровоток в почках и, соответственно, в надпочечниках (каче-



Поза “кобры” (“*бхуджангасана*”).

ственное изменение характера венозного оттока), однако специальных исследований возможных гормональных эффектов специфических поструральных воздействий в виде поз хатха-йоги пока не проводилось. В связи с этим нами и была предпринята экспериментальная проверка гипотезы о возможном влиянии позы “кобры” на уровень стероидных гормонов – кортизола, тестостерона, дегидроэпиандростерона (ДГЭА) и альдостерона в сыворотке крови у здоровых людей. Особенностью исследования является привлечение нового метода нахождения математических моделей законов распределения исследуемых случайных величин. Этот метод характеризуется тем, что позволяет решать задачи нахождения численных значений физиологических характеристик с использованием выборок малых объемов.

### МЕТОДИКА

Обследованы практически здоровые лица (7 мужчин и 1 женщина) возрасте от 22 до 50 лет, обученные выполнению специфического упражнения хатха-йоги – позы “кобры”. Эта поза выглядит как прогиб позвоночника в положении лежа на животе без опоры на руки. Согласно рекомендациям [8], ключевым условием правильности выполнения позы является приложение мышечных усилий, направленных на прогибание грудного (анатомически слабо прогибаемого) отдела позвоночника. Руки согнуты таким образом, что ладони расположены на полу на уровне груди пальцами вперед, но без упора в пол. Далее при продолжающихся мышечных усилиях, направленных на сохранение прогиба в грудно-поясничном отделе, осуществляется опускание подбородка так, чтобы произошло резкое усиление ощущения давления в области спины на линии субъективного восприятия расположения почек. Существенным элементом в технике выполнения этой позы является непрерывно возрастающее напряжение мышц, участвующих в поддержании позы. Только при таком выполнении можно говорить о корректной воспроизводимости найденных гормональных изменений в ответ на выполнение позы “кобры” (рисунок).

Последовательность действий при проведении каждого опыта была однотипной. После терапевтического осмотра у каждого из испытуемых в положении сидя брали кровь из локтевой вены. Далее испытуемые в течение 2 мин в положении лежа на спине осуществляли полное мышечное расслабление. Расслабление выполнялось в целях минимизации вызванных забором крови возмущений вегетативных показателей (по оценке терапевта, регистрирующего сердечный (частота сердечных сокращений) и дыхательный ритм). Затем испытуемые самостоятельно в течение 2–3 мин выполняли упражнение в позе “кобры”, после чего

кровь брали повторно. Таким образом, между первой и второй процедурами проходило не более 5 мин, причем забор крови осуществляли в строго фиксированное время, а именно, ровно в 16 часов (июль 2001 года). Сыворотку крови до проведения анализов хранили при  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Количественное определение кортизола и тестостерона в сыворотке крови осуществлялось методом твердофазного иммуноферментного анализа наборами реактивов “СтероидИФА-кортизол” и “СтероидИФА-тестостерон” соответственно. Концентрация дегидроэпиандростерона определялась с помощью набора реактивов “ВСМ diagnostic” (США), альдостерона – стандартным радиоиммунным методом.

По оценке проводившей измерения уровня гормонов Клинико-диагностической лаборатории МАПО (Санкт-Петербург) коэффициент вариации  $k = 8\%$ , характеризующий точность результатов измерений, найден с учетом того, что анализ каждого из результатов измерений выполнялся не менее 10 раз.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В целях ответа на вопрос о том, изменяет ли выполнение позы “кобры” концентрации гормонов в крови, проведем математическую обработку найденных результатов методом оценки доверительных интервалов. Иными словами, требуется проверить гипотезу о том, что доверительные интервалы, с надежностью  $\gamma \geq 0.95$  накрывающие математические ожидания исследуемых непрерывных случайных величин, не пересекаются. Сводные результаты измерений концентрации гормонов в сыворотке крови до и после выполнения позы “кобры” суммированы в таблице.

Известно, что если гипотеза принимается, то утверждение об изменении концентрации гормонов в крови можно считать статистически доказанным с уровнем значимости  $\alpha \leq 0.05$ . Однако при применении общепринятых пакетов статистических программ, например, STATGRAPHICS, STADIA, STATISTICA и др., получаются результаты, противоречащие найденным экспериментальным данным. А именно, то, что численные значения концентрации кортизола, измеренные до опыта (таблица, столбец 2) всегда больше, чем численные значения концентрации кортизола, измеренные сразу после опыта (таблица, столбец 3), после общепринятой статистической обработки трактуется как явление случайное (подробнее см. [10]). Аналогичное противоречие статистических расчетов найденным экспериментальным данным обнаружилось и для численных значений концентрации тестостерона, измеренных до и после выполнения упражнения (таблица, столбцы 4 и 5). Хотя увеличение концентрации тестостеро-

## Концентрации стероидных гормонов до и после выполнения позы “кобры”

Испытуемые (№, ФИО)	Кортизол, нмоль/л		Тестостерон, нмоль/л		ДГЭА, нг/мл		Альдостерон, пг/мл	
	до	после	до	после	до	после	до	после
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Н-ин О.Д.	382	284	19.3	22.8	3.2	8.0	221	182
2. Н-ов К.М.	298	253	12.3	12.8	8.0	15.0	70	63.5
3. Т-ин С.Н.	575	470	23.6	27.2	20.0	9.0	45.9	54
4. С-ев П.В.	474	382	20.8	21.3	6.4	9.0	175	165
5. Ю-ов А.Н.	318	314	20.6	21.5	12.0	14.0	96.4	62.0
6. О-ва М.Ю.	294	275	0.9*	1.4*	7.4*	5.0*	67.6	55.8
7. М-ев Р.С.	381	293	14.3	19.1	6.0	11.0	11.1	35.5
8. Б-ев А.А.	434	390	–	–	5.8	6.0	103	80.6
Норма по [9]	83–441 (для 16 часов дня)		Муж.: 0.52–38.17 *Жен: 0.52–2.43		Муж.: 6.2–43.3 *Жен: 4.5–34.0		–	

на зафиксировано у всех испытуемых, общепринятая статистическая обработка результатов измерений показывает, что и это явление случайное.

В свое время А.И. Ивановым было доказано [11–14], что для более точной обработки такого рода результатов измерений необходимо применение нового метода, позволяющего оценивать изменения при малых объемах выборки и в то же время при достаточно большом разбросе численных значений изучаемых показателей, что характерно для результатов большинства современных исследований физиологических процессов.

Применением нового метода математической обработки результатов измерений в настоящей работе были вычислены границы доверительных интервалов математических ожиданий исследуемых численных значений кортизола с учетом указанного коэффициента вариации  $k = 8\%$ . В этом случае, пусть  $X_c$  – численное значение математического ожидания концентрации кортизола до опыта, а  $Y_c$  – численное значение математического ожидания концентрации кортизола после опыта. Тогда численное значение концентрации кортизола в сыворотке крови до выполнения упражнения будет равно  $X_c = 394.5$  и с надежностью  $\gamma = 0.95$  накрыто интервалом  $371.9 < X_c < 417.1$ . Таким же расчетом доверительного интервала для численных значений концентрации кортизола в сыворотке крови сразу после выполнения упражнения показано, что численное значение характеристики равно  $Y_c = 332.6$  и с надежностью  $\gamma = 0.95$  накрыто интервалом  $313.6 < Y_c < 351.6$ . Найденные доверительные интервалы не пересекаются. Выполнив расчет доверительных интервалов для надежности  $\gamma = 0.99$ , находим, что для характеристики  $X_c = 394.5$  доверительный интервал  $362.1 < X_c < 426.9$ , а для характеристики  $Y_c = 332.6$  доверительный интервал  $305.3 < Y_c < 360$ . Найден-

ные доверительные интервалы также не пересекаются. Теперь сформулируем заключение: с надежностью  $\gamma = 0.99$  можно утверждать, что в результате выполнения испытуемым упражнения концентрация кортизола в крови уменьшилась в среднем на 16%.

Применением нового метода (А.И. Иванова) математической обработки результатов измерений вычислены также границы доверительных интервалов математических ожиданий исследуемых численных значений тестостерона с учетом указанного коэффициента вариации  $k = 8\%$ . В этом случае, пусть  $X_t$  – численное значение математического ожидания концентрации тестостерона до опыта, а  $Y_t$  – то же после опыта. Тогда численное значение концентрации тестостерона в сыворотке крови до выполнения упражнения будет равно  $X_t = 15.97$  и с надежностью  $\gamma = 0.95$  накрыто интервалом  $15.0 < X_t < 16.88$ . Таким же расчетом доверительного интервала для численных значений концентрации тестостерона в сыворотке крови сразу после выполнения упражнения находим, что численное значение характеристики равно  $Y_t = 18.0$  и с надежностью  $\gamma = 0.95$  накрыто интервалом  $16.98 < Y_t < 19.04$ . Найденные доверительные интервалы не пересекаются. Теперь сформулируем заключение: с надежностью  $\gamma = 0.95$  можно утверждать, что в результате выполнения испытуемыми упражнения концентрация тестостерона в их крови увеличилась в среднем на 11%.

Найденный результат – уменьшение уровня кортизола в среднем на 16% и увеличение концентрации тестостерона на 11% – отличается от результатов расчетов изменения значений средних арифметических вследствие того, что исследуемые случайные величины распределены не по нормальному закону. А именно, в нашем случае

имеет место функция распределения – смесь нормальных распределений [11, 14].

При измерениях концентрации андрогена коры надпочечников дегидроэпиандростерона (ДГЭА) (таблица, столбцы 6 и 7) и основного минералокортикоида альдостерона (таблица, столбцы 8 и 9), выявлено, что их изменения в ответ на выполнение упражнения оказались разнонаправленными. У 6 испытуемых концентрация ДГЭА возросла, у двоих снизилась, причем у одного испытуемого весьма значительно (с 20 до 9 нг/мл), что требует дополнительных исследований, прежде всего на значительно большем числе обследованных испытуемых. На момент настоящего исследования аналогичное положение выявилось и для минералокортикоидной функции коры надпочечников: у 6 испытуемых концентрация альдостерона уменьшилась, у двух возросла, причем у одного значительно (с 11.1 до 35.5 пг/мл). Применение метода интервальной оценки для математической обработки найденных результатов для такого рода выборок не представляется возможным. Поэтому далее мы будем обсуждать только найденные изменения в концентрациях кортизола (уменьшение с надежностью  $\gamma = 0.99$ ) и тестостерона (увеличение с надежностью  $\gamma = 0.95$ ).

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассмотрение гормональных реакций в ответ на воздействие позы “кобры” в целях удобства будем проводить отдельно для каждого из изучавшихся стероидных гормонов.

Как правило, разнообразие воздействий на организм человека, обозначаемые общим термином “стресс” (травма, боль, гипогликемия, физическая нагрузка, инфекция, эмоциональные потрясения и т.п.), повышают уровень кортизола в крови, что рассматривается как составная часть адаптивных реакций [15]. В этой связи особо следует выделить отмечаемое многими исследователями повышение эндогенной продукции кортизола в ответ на кратковременную экстремальную физическую нагрузку, сравнимую с рабочей нагрузкой при выполнении позы “кобры” [16–18]. У здоровых людей к числу факторов, повышающих уровень кортизола, относят и стандартные постральные воздействия, например, вставание из положения лежа (ортостатическая проба) [19]. Мы оцениваем найденные в вышеупомянутых работах результаты (о повышении продукции кортизола при стандартных воздействиях) как контроль для наших измерений уровня стероидных гормонов под воздействием позы “кобры”.

Необходимо также отметить, что у всех наших испытуемых численные значения концентрации кортизола в крови в исходном состоянии прибли-

жались к верхней границе нормы взрослых практически здоровых людей, установленной для 16 часов дня (83–441 нмоль/л по [9]). Более того, у двоих испытуемых исходный уровень кортизола даже несколько превышал верхний предел нормы (таблица, значения: 474 и 575 нмоль/л).

По сведениям литературы [20, 21], непосредственное снижение уровня кортизола у человека наблюдается только при различных вариантах произвольной мышечной релаксации (аутотренинг, “медитация” и т.п.). В наших опытах специфическое напряжение мышц, сопровождающееся принятием специфического положения тела – позы “кобры”, статистически значимо (с надежностью  $\gamma = 0.99$ ) снизило уровень кортизола сыворотки крови у здоровых людей. Иными словами, был обнаружен парадоксальный результат. Выполнение позы “кобры” снижало уровень кортизола у всех испытуемых, несмотря на комбинацию сопутствующих факторов, в норме повышающих уровень кортизола крови (экстремальная физическая нагрузка и боль при взятии крови из вены).

Что же касается одновременного со снижением глюкокортикоидной функции коры надпочечников возрастания уровня основного андрогена – тестостерона, то здесь, вероятно, следует говорить о действии помимо коры надпочечников также и половых желез, как единственно возможном источнике увеличения уровня тестостерона при выполнении позы “кобры” [15].

Механизмы столь разительных изменений в продукции стероидных гормонов, вызванных специфическим мышечным напряжением и положением тела, именуемом в хатха-йоге поза “кобры”, пока можно лишь предполагать. Во всяком случае, предварительно можно исключить влияния со стороны гипофиза, поскольку уменьшение концентрации в крови кортизола, увеличение тестостерона и колебания ДГЭА и альдостерона произошли за период менее 5 минут, хотя и этот вопрос еще нуждается в дополнительной проверке. Далее, согласно нашим предыдущим исследованиям этой же позы, артериальный приток крови от сердца к области почек и, соответственно, надпочечников, как и венозный отток, также не изменялись в количественном отношении [6, 7], что в известной мере исключает влияние на продукцию стероидных гормонов со стороны колебаний кровоснабжения коры надпочечников.

Более вероятными здесь представляются моторно-висцеральные рефлекторные влияния с участием автономной иннервации коры надпочечников и половых желез, начиная с центров спинного мозга. И если в отношении коры надпочечников вопрос о прямых нервных влияниях на секрецию кортикоидных гормонов остается в стадии обсуждения, то для семенников и яичников обильная симпатическая и парасимпатичес-

кая иннервация рассматривается как нервно-проводниковый путь передачи специфических импульсов от гипоталамуса к гонадам, дополняющий трансиофизарный [22]. В этой связи представляют интерес дальнейшие исследования возможной прямой нервной регуляции секреторной функции ряда эндокринных желез через механизмы моторно-висцеральных рефлексов [23], на чем, по нашему представлению, могут основываться гормональные эффекты поструральных воздействий поз хатха-йоги.

### ВЫВОДЫ

1. Поза “кобры” как специальное положение тела, сопровождающееся специфическим напряжением мышц, ведет к статистически значимому снижению кортизола (с уровнем значимости  $\alpha \leq 0.01$ ) и повышению тестостерона (с уровнем значимости  $\alpha \leq 0.05$ ) в сыворотке крови у здоровых людей.

2. Вследствие выполнения позы “кобры” изменяется также и содержание дегидроэпиандростерона и альдостерона, однако эти изменения оказались разнонаправленными.

3. Постуральные воздействия позы “кобры” благодаря механизмам моторно-висцеральных рефлексов распространяются, помимо коры надпочечников, также и на половые железы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ebert D. Physiologische Aspekte des Yoga. Leipzig: VEB Georg Tieme, 1986. 150 s. (Имеется перевод: Эберт Д. Физиологические аспекты йоги / Пер. с нем. Минвалеева Р.С. / Предисловие Ноздрачева А.Д. – СПб., 1999. 159 с.)
2. Schell F.J., Allolio B., Schonecke O.W. Physiological and psychological effects of Hatha-Yoga exercise in healthy women // Int. J. Psychosom. 1994. V. 41. № 4. P. 46.
3. Konar D., Latha R., Bhuvaneshwaran J.S. Cardiovascular responses to head-down-body-up postural exercise (Sarangasana) // Indian J. Physiol. Pharmacol. 2000. V. 44. № 4. P. 392.
4. Минвалеев Р.С., Кузнецов А.А., Ноздрачев А.Д., Лавинский Х.Ю. Особенности наполнения левого желудочка сердца при перевернутых позах человека // Физиология человека. 1996. Т. 22. № 6. С. 27.
5. Минвалеев Р.С., Кузнецов А.А., Ноздрачев А.Д. Как влияет поза тела на кровоток в паренхиматозных органах? Сообщение I. Печень // Физиология человека. 1998. Т. 24. № 4. С. 101.
6. Минвалеев Р.С., Кузнецов А.А., Ноздрачев А.Д. Как влияет поза тела на кровоток в паренхиматозных органах? Сообщение II. Почки // Физиология человека. 1999. Т. 25. № 2. С. 92.
7. Минвалеев Р.С. Особенности внутрисердечного и внутриорганного кровотока при избранных позах человека (по данным доплерэхографии): Дис. ... канд. биол. наук. СПб.: СПбГУ, 1999. 118 с.
8. Смирнов Б.Л. Санкхья и йога // Бхагавадгита. Сер. “Философские тексты Махабхараты” 3-е изд., доп. / Введение, пер. с санскр. и коммент. Б.Л. Смирнова. СПб.: “A-cad”, 1994. С. 395.
9. Князев Ю.А., Беспалова В.А. Гормонально-метаболические диагностические параметры. Справочник. Приложение к журналу “Врач”. М.: Изд. дом “Русский врач”, 2000. 96 с.
10. Минвалеев Р.С. Бхуджангасана изменяет уровень кортизола у здоровых людей // Матер. науч.-практ. конф., посвящ. памяти В.И. Зубова. СПб., 12–13 января 2002 г. – СПб., 2002. С. 32.
11. Иванов А.И. Приближение смесью нормальных распределений // Приложение к кн.: Зубов В.И. Проблема устойчивости процессов управления / 2-е изд., испр. и доп. СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2001. С. 336.
12. Иванов А.И., Наборщиков В.Г. Развитие подхода В.И. Зубова в задачах аппроксимации // Процессы управления и устойчивость. Труды XXXII науч.-практ. конф. студентов и аспирантов факультета ПМ–ПУ. СПб.: ООП НИИ Химии СПбГУ, 2001. С. 185.
13. Иванов А.И. Новый метод математической обработки результатов измерений // Матер. науч. практ. конф., посвящ. памяти В.И. Зубова. СПб., 12–13 января 2002 г. – СПб., 2002. С. 5.
14. Иванов А.И. Доверительный интервал математического ожидания случайной величины с функцией распределения смеси нормальных распределений // Матер. науч.-практ. конф., посвящ. памяти В.И. Зубова. СПб., 12–13 января 2002 г. – СПб., 2002. С. 27.
15. Теннермен Дж., Теннермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. Вводный курс / Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 648 с.
16. Виру А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. М.: Медицина, 1977. 176 с.
17. Stupnicki R., Obminski Z. Glucocorticoid response to exercise as measured by serum and salivary cortisol // Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 1992. V. 65. № 6. P. 546.
18. O'Connor P.J., Corrigan D.L. Influence of short-term cycling on salivary cortisol levels // Med. Sci. Sports Exerc. 1987. V. 19. № 3. P. 224.
19. Hennig J., Friebe J., Ryl I. et al. Upright posture influences salivary cortisol // Psychoneuroendocrinology. 2000. V. 25. № 1. № 3. P. 69.
20. Levning R., Wilson A.F., Davidson J.M. Adrenocortical activating during meditation // Horm. Behav. 1978. V. 10. № 1. P. 54.
21. Kamei T., Toriumi Y., Kimura H. et al. Decrease in serum cortisol during yoga exercise is correlated with alpha wave activation // Percept. Mot. Skills. 2000. V. 90. № 3. Pt. 1. P. 1027.
22. Ажипа Я.И. Нервы желез внутренней секреции медиаторы в регуляции эндокринных функций. М.: Наука, 1981. 503 с.
23. Могендович М.Р. Лекции по физиологии моторно-висцеральной регуляции. Пермь, 1972. 256 с.