

# МЕДИЦИНА

© А.В. ГРЯЗНЫХ, А.П. КУЗНЕЦОВ

*anvit-2004.@mail.ru*

УДК 612.018-005:613.72

## ПОСТПРАНДИАЛЬНАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЭНДОГЕННЫХ ГОРМОНОВ В УСЛОВИЯХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ПИЩЕВОЙ И МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ\*

*АННОТАЦИЯ. Исследована динамика восстановления гормонов катаболического и анаболического ряда у когорты юношей после часовой велоэргометрической нагрузки. Определено изменение содержания гормонов в ответ на принятие пробного белкового завтрака и действие мышечного напряжения. Выявлен гормональный профиль и особенности динамики исследуемых гормонов в различных условиях функционирования организма.*

*SUMMARY. Dynamics of hormones' restoration of a catabolic and an anabolic line at a cohort of young men after an hour of bicycle-ergometric loads have been investigated. Variation of hormones' content in reply to acceptance of a trial albuminous breakfast and an action of muscular pressure has been determined. The hormonal structure and dynamics features of investigated hormones in various conditions of the organism's functioning have been revealed.*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Гормоны, белковый завтрак, физическая нагрузка, восстановление.*

*KEY WORDS. Hormones, albuminous breakfast, physical activity, restoration dynamics.*

Для поддержания жизни необходим постоянный приток энергии, поступающей вместе с пищей. В процессе переваривания происходит существенное изменение содержания метаболитов и гормонов в плазме крови, которое в определенной степени зависит от периодичности приема пищи и ее состава. Установлено, что как сам процесс питания, так и состав пищи существенно влияют на изменения гормонального статуса организма после приема пищи и после физической нагрузки [1]. В то же время значение срочных и долгосрочных эффектов этих гормональных изменений на метаболические

\* Исследование проведено в рамках реализации АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы на 2011-2013 г.» (№ 1.2.11).

процессы в организме, прежде всего, на уровне пищеварительной системы, остается малоизученным [1], [2], [3].

Целью данного исследования явилось изучение гормональных изменений в организме человека после приема пищи в зависимости от ее состава, а также влияние сочетанного действия пищевой и физической нагрузки в различных условиях функционирования организма (состояние физиологического покоя, мышечного напряжения, восстановления после него).

В связи с этим методом иммуноферментного анализа определяли содержание в сыворотке крови тестостерона, кортизола, адренокортикотропина и инсулина, поскольку эти гормоны играют важную роль в регуляции обмена веществ, процессе адаптации и восстановления в организме. Изучали содержание вышеназванных гормонов в крови после принятия стандартного смешанного белкового завтрака: 100 г молотого постного мяса и 200 мл несладкого чая [4] в динамике через 15, 45, 75, 105 мин. Для каждого гормона исследовали характер изменений в ответ на прием пищи в состоянии относительного мышечного покоя, а также гормональную реакцию на физическую нагрузку в случае приема пищи после нее. Кроме того, определяли в динамике восстановление содержания исследуемых биологически активных веществ в крови в течение 2 часов после действия нагрузки. В качестве модели острой гиперкинезии предлагалась велоэргометрическая нагрузка на уровне 60-70% от МПК в течение одного часа. В исследовании приняли участие мужчины в возрасте от 18 до 22 лет. Все обследуемые не являлись спортсменами, имели обычный уровень повседневной двигательной активности. Все исследования проводились при наличии письменного согласия обследуемых и с учетом биоэтических норм. Статистический анализ проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента. Для сравнения переменных в каждой обследуемой группе по отношению к фоновым данным применяли парные критерии. Взаимосвязь параметров оценивали путем расчета коэффициента корреляции (*r*) Пирсона при уровне безошибочного прогноза более 95% ( $p < 0,05$ ).

Характеризуя изменения содержания гормонов, обусловленные приемом пищи, у обследуемых в состоянии относительного мышечного покоя отмечается достаточно однонаправленный тип реакций. Установлена минимальная флуктуация изменений тестостерона с тенденцией к снижению сразу после пищевой нагрузки. Одновременно с этим выявлено постпрандиальное увеличение содержания инсулина, кортизола и адренокортикотропина в крови у обследуемых.

При оценке влияния мышечного напряжения на содержание исследуемых гормонов в крови в условиях приема пищи (пробного белкового завтрака) отмечают некоторые изменения в концентрации гормонов. Выявленные нами изменения соотносятся с данными других авторов [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] (табл. 1).

**Влияние сочетанного действия пищевой и физической нагрузки на содержание эндогенных гормонов в сыворотке крови у обследуемых в условиях постпрандиального периода ( $M \pm m$ ) (n=8)**

Исследуемые гормоны	Условия исследования (мин)				
	T	15'	45'	75'	105'
Кортизол (нг/мл)	196±2,49 294±50,4	288±28,79 247±17,75	244±23,21 312±39,07	185±27,77 251±29,39	184±22,45 184±8,31
Инсулин (мкЕд/мл)	5,74±0,69 10,06±0,98**	6,13±0,8 9,17±1,05*	7,38±0,99 8,5±1,07	10,25±0,97 11,2±1,56	8,94±0,65 10,44±1,04
АКТГ (пг/мл)	6,31±0,73 13,32±0,91***	15,21±1,58 14,43±1,91	6,57±0,42 6,23±0,71	6,53±0,82 7,89±0,77	11,6±1,16 6,34±0,56**
Тестостерон (нг/мл)	9,09±1,24 10,15±0,71	8,34±1,01 11,05±0,93	9,63±1,06 9,81±0,85	10,77±0,99 10,71±0,56	9,44±0,65 10,91±0,85

Примечание: в числителе — условия физиологического покоя, в знаменателе — после мышечной нагрузки; \* — различия достоверны по отношению к условиям физиологического покоя, \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ .

На основе исследований о процессах реституции после действия возмущающих факторов был сформулирован принцип гетерохронности восстановления и суперкомпенсации содержания различных биохимических ингредиентов, что имеет существенное значение для понимания сути процессов, лежащих в основе изучаемых явлений. В период отдыха во многих случаях наблюдаются изменения в деятельности эндокринных желез.

Специфическое динамическое действие пищи, влияющее на обмен веществ, рассматривается нами с позиций изменений интрамедиарного метаболизма в исследуемых условиях (прежде всего, в условиях восстановления, после действия физической нагрузки) [12], [13].

При оценке влияния пищевой нагрузки на гормональный пул исследуемых биологически активных веществ в крови в условиях восстановления отмечается достаточно четкая закономерность, выявленная в условиях фона и при действии нагрузки, которая характеризуется увеличением содержания инсулина в крови у обследуемых с пиковыми значениями на 15-45 мин (рис. 1).

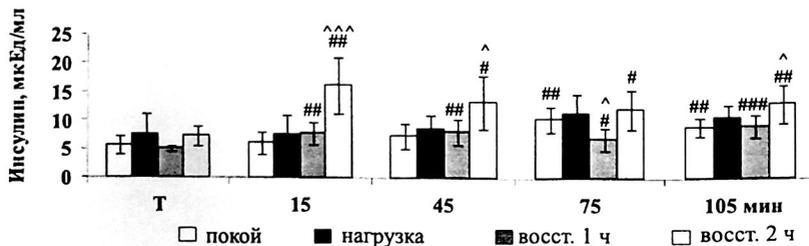


Рис. 1. Динамика восстановления содержания инсулина в сыворотке крови у обследуемых (^ — различия достоверны по отношению к аналогичным данным физиологического покоя ( $p < 0,05$ ); ^^ — ( $p < 0,01$ ); ^^^ — ( $p < 0,001$ ); # — различия достоверны по отношению к содержанию гормонов натощак ( $p < 0,05$ ); ## — ( $p < 0,01$ ); ### — ( $p < 0,001$ ))

Столь же однозначные изменения происходили и с содержанием АКТГ в крови в постпрандиальном периоде при восстановлении. Установлено значимое увеличение данного гормона в сыворотке крови у обследуемых на 45 и 75 мин исследования после принятия пищевого завтрака (рис. 2).

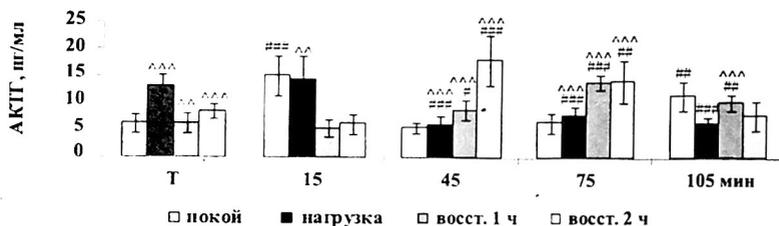


Рис. 2. Динамика восстановления содержания АКТГ в сыворотке крови у обследуемых (\* — различия достоверны по отношению к аналогичным данным физиологического покоя ( $p < 0,05$ ); \*\* — ( $p < 0,01$ ); \*\*\* — ( $p < 0,001$ ); # — различия достоверны по отношению к содержанию гормонов натощак ( $p < 0,05$ ); ## — ( $p < 0,01$ ); ### — ( $p < 0,001$ ))

Параллельно увеличению концентрации адренокортикотропного гормона в крови у обследуемых снижается содержание кортизола, индуцированного приемом белкового завтрака. Данное снижение содержания кортизола установлено только через 2 часа после действия нагрузки с пиком на 75 и 105 мин (рис. 3).

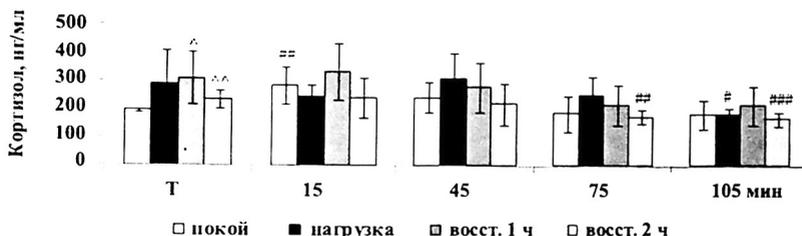


Рис. 3. Динамика восстановления содержания кортизола в сыворотке крови у обследуемых (\* — различия достоверны по отношению к аналогичным данным физиологического покоя ( $p < 0,05$ ); \*\* — ( $p < 0,01$ ); \*\*\* — ( $p < 0,001$ ); # — различия достоверны по отношению к содержанию гормонов натощак ( $p < 0,05$ ); ## — ( $p < 0,01$ ); ### — ( $p < 0,001$ ))

Установлено однонаправленное изменение тестостерона в условиях восстановления после принятия пробного белкового завтрака [14], [15]. Характерно увеличение содержания тестостерона в сыворотке крови на 75 мин постпрандиального периода в условиях часового восстановительного этапа исследования (рис. 4).

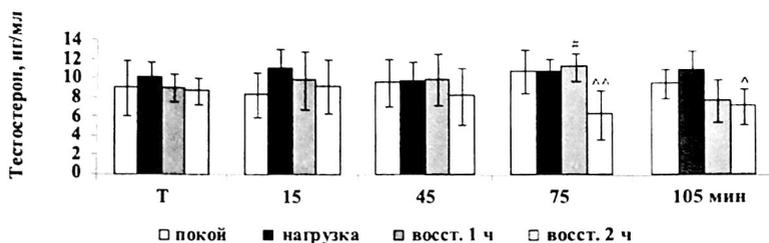


Рис. 4. Динамика восстановления содержания кортизола в сыворотке крови у обследуемых (\* - различия достоверны по отношению к аналогичным данным физиологического покоя ( $p < 0,05$ ); \*\* — ( $p < 0,01$ ); \*\*\* — ( $p < 0,001$ ); # — различия достоверны по отношению к содержанию гормонов натощак ( $p < 0,05$ ); ## — ( $p < 0,01$ ); ### — ( $p < 0,001$ ))

Эндокринная система, осуществляя регуляцию анаболических и катаболических процессов в организме, играет основную роль в приспособительно-компенсаторных реакциях к физическим нагрузкам [16]. В большинстве исследований для характеристики функции эндокринной системы и исследования эффектов последствия мышечного напряжения используются гормональные маркеры анаболического и катаболического обмена. Изменение метаболических процессов в условиях специфического динамического действия пищи соотносится с гормональными сдвигами, во многом определяющими возникающие сдвиги в обмене веществ.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о разнонаправленном изменении гормонов, характеризующих анаболические и катаболические реакции в организме, сопряженные с метаболическими сдвигами, происходящими в условиях мышечной деятельности и приема пищи.

Отмечается однонаправленное изменение содержания инсулина в сыворотке крови, характеризующееся увеличением содержания этого гормона на всем протяжении постпрандиального периода исследования. Выявлено отсутствие значимых различий по отношению к базальному уровню в содержании тестостерона. Изменение гормонов, обладающих катаболической направленностью, не столь однонаправлено. Установлено стимулирующее влияние пищевой нагрузки на содержание адренокортикотропина в крови. Параллельно концентрация кортизола в постпрандиальный период снижалась. Все эти изменения в значительной мере определяют метаболизм происходящих процессов в условиях восстановления. Так, если оценивать физиологическое напряжение, связанное с выполнением физических упражнений [17] по соотношению коэффициента тестостерон/кортизол, то можно отметить его уменьшение [18]. Данный индекс в условиях восстановления в постпрандиальный период увеличивался.

Полученные данные могут быть использованы для оптимизации гормонального статуса в пользу анаболического обмена во время восстановительного периода при применении определенной пищевой стратегии. В частности, повышение уровня основных анаболических гормонов, имеющих отношение к росту мышечной ткани (тестостерона, инсулина), или снижение уровня основных катаболических гормонов (кортизола) будет способствовать формированию гормональной обстановки, ведущей к усилению синтеза белка и гипертрофии мышц. Если целью

является снижение доли жировой ткани, преимущество обеспечит сохранение низкой концентрации инсулина и повышение уровня тестостерона. Пища с низкой гликемической нагрузкой и средним содержанием качественного белка и ненасыщенных жиров будет способствовать утрате жирового компонента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коротько Г.Ф. Секрция поджелудочной железы. М.: Триада-Х, 2002. 224 с.
2. Коротько Г.Ф. Пищеварение — естественная технология. Краснодар: ЭДВИ, 2010. 304 с.
3. Коротько Г.Ф., Аблязов А.А. Дифференцированность экскреторных реакций желудка, двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железы на пробные завтраки разного состава // Физиология человека. 1993. Т. 19. № 3. С. 135-140.
4. Кремер, У.Дж., Рогол А.Д. Эндокринная система, спорт и двигательная активность / Пер с англ. Киев: Олимпийская литература. 2008. 600 с.
5. Кузнецов А.П., Речкалов А.В., Смелышева Л.Н. Желудочно-кишечный тракт и стресс. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та. 2004. 254 с.
6. Bloomer, R.J., Sforzo, G.A., Keller, B.A. Effects of meal form and composition on plasma testosterone, Cortisol, and insulin following resistance exercise // International Journal of Sport Nutrition, Exercise and Metabolism. 2000. V. 10. P. 415-424.
7. Fry, A.C., Kraemer, W.J., Ramsey, L.T. Pituitary adrenal-gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining // Journal of Applied Physiology. 1998. 85. P. 2352-2359.
8. Gibson, E.L., Checkley, S., Papadopoulos, A. Increased salivary cortisol reliably induced by a protein-rich midday meal // Psychosomatic Medicine. 1999. 61. P. 214-224.
9. Habito, R.C., Ball, M.J. Postprandial changes in sex hormones after meals of different composition // Metabolism. 2001. 50. P. 505-511.
10. Hoffman, J.R., Falk B., Radom, I.S. The effect of environmental temperature on testosterone and cortisol responses to high intensity, intermittent exercise in humans // European Journal of Applied Physiology. 1997. 75. P. 83-87.
11. Kindermann, W., Urhausen, A. The endocrine system in overtraining // Sports Endocrinology (Warren, M.P. & Constantini, N.W., eds.). NJ: Humana Press in Totowa, 2000. P. 347-370.
12. Leal, A.M., Moreira, A.C. Food and the circadian activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis // Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 1997. 30. P. 1391-1405.
13. Miller, S.L., Maresh C.M., Armstrong, L.E. Metabolic response to provision of mixed protein-carbohydrate supplementation during endurance exercise // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2002. 12. P. 384-397.
14. Richter, E.A., Mikines, K.J., Galbo, H., Kiens, B. Effect of exercise on insulin action in human skeletal muscle // Journal of Applied Physiology. 1989. 66. P. 876-885.
15. Smilios, I., Piliandis, T., Karamouzis, M., Tokmakidis, S.P. Hormonal responses after various resistance exercise protocols // Medicine and Science in Sports and Exercise. 2003. 35(4). P. 644-654.
16. Tarpenning, K.M., Wiswell R.A., Hawkins S.A., Marcell T.J. Influence of weight training exercise and modification of hormonal response on skeletal muscle growth // Journal of Science and Medicine in Sport. 2001. 4. P. 431-446.
17. Viru, A., Karelson, K., Smirnova, K. Stability and variability in hormone responses to prolonged exercise // International Journal of Sports Medicine. 1992. 13. P. 230-235.
18. Volek, J.S., Gomez, A.L., Love, D.M. Effects of a high fat diet on postabsorptive and postprandial testosterone responses to a fat-rich meal // Metabolism. 2001. 50. P. 1351-1355.
19. Wojtaszewski, J.F.P., Hansen B.F. Gade J.A. et al. Insulin signaling and insulin sensitivity after exercise in human skeletal muscle // Diabetes. 2000. 49. P. 325-331.